



TITLE:

潜在性二分脊椎を有し,脊髄下部の牽引により生じた先天性神経因性膀胱(いわゆるTethered Cord Syndrome)の尿水力学的,電気生理学的検査法による術前および牽引除去後の評価

AUTHOR(S):

福井, 準之助

---

CITATION:

福井, 準之助. 潜在性二分脊椎を有し,脊髄下部の牽引により生じた先天性神経因性膀胱(いわゆるTethered Cord Syndrome)の尿水力学的,電気生理学的検査法による術前および牽引除去後の評価. 泌尿器科紀要 1978, 24(5): 349-380

ISSUE DATE:

1978-05

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/122213>

RIGHT:

# 潜在性二分脊椎を有し、脊髓下部の牽引により生じた 先天性神経因性膀胱（いわゆる Tethered Cord Syndrome）の尿水力学的、電気生理学的 検査法による術前および牽引除去後の評価

信州大学医学部泌尿器科学教室（主任：柿崎勉教授）

福井 準之助

## URODYNAMIC AND ELECTROPHYSIOLOGIC STUDIES ON CON- GENITAL NEUROGENIC BLADDER DYSFUNCTION CAUSED BY TRACTION OF LOWER SPINAL CORD SEGMENT WITH SPINA BIFIDA OCCULTA (SO-CALLED TETHERED CORD SYNDROME)

Junnosuke FUKUI

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, University of Shinshu*

*(Director: Prof. T. Kakizaki)*

Congenital neurogenic bladder associated with spina bifida occulta, or the so-called tethered cord syndrome, is one of the rare conditions that may be completely cured by surgery among other varieties of the disease. We make it a rule to make the diagnosis and follow-up of cases of the syndrome principally on the basis of findings in the urodynamic and electrophysiologic examinations. The urodynamic examination consisted of Lewis' cystometry and urethral pressure profiles during filling, whereas during voiding, the intra-abdominal, vesical and urethral pressures, tone and EMG of the anal sphincters and urinary flow rate were recorded simultaneously on a 6 channel polygraph (VUD). The patient was also tested for sacral reflex activity by means of bilateral electromyograms recorded from the anal sphincters to estimate the degree of sacral cord injury. A total of 46 patients, 21 males and 25 females, were studied in the recent five years. Subjects between 11 and 15 years of age, at the height of growth in stature in life-time, were most frequent, accounting for 35% of all patients (Table 1). Intraspinal surgery was performed on 15 of the 46 patients (Table 2). In the urodynamic examination of the syndrome, measurements were made chiefly of thirty-five voiding urodynamic (VUD) parameters (Fig. 1) to characterize the disease states before and after intraspinal surgery. Statistical data analyses were made by the *t*-test on preoperative values in comparison with values obtained in a normal control group and on postoperative values compared with the preoperative values. Table 3 shows the results of the *t*-test for comparison between the preoperative values for voiding urodynamic parameters in patients with tethered cord syndrome and the values obtained in the normal control group. The data indicate that, in this syndrome, voiding is accomplished by abdominal straining where the vesical neck is the main site of urethral resistance (detrusor-vesical neck dyssynergia), involving vesical neck constriction and dysectasia. External urethral sphincter dysectasia was also evident during voiding (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia). Consequently, a high voiding pressure is required to initiate and maintain micturition by overcoming the urethral resistance of the vesical neck and external urethral sphincter. This can be assumed from the fact that all the voiding urodynamic parameters concerned with intravesical pressure showed

high values. In contrast, low values were obtained for the parameters depicting contractility of the detrusor muscle, i.e. "intrinsic detrusor contraction rate" ( $\text{Pb} \cdot \text{max} - \text{Pabd} \cdot \text{max} / \text{Pb} \cdot \text{max}$ ) and "intrinsic voiding pressure" ( $\text{Pb} \cdot \text{max} - \text{Pb} \cdot \text{rest} / \text{Pb} \cdot \text{max}$ ). These findings suggested disturbance in the micturition center in the sacral cord of the patient with this syndrome. The study also revealed diminution of urinary flow rate due to lowered detrusor muscle contractility and increased urethral resistance.

Following surgery, the increased urethral resistance declined and the patient became able to micturate even under a lower vesical pressure during micturition. The postoperative urodynamic study demonstrating a decrease in the intra-abdominal pressure during voiding with a decrease of the ratio of intra-abdominal pressure to the total vesical voiding pressure, suggested recovery of the detrusor muscle contractility (Tables 5, 6, 7-A-a, b, 7-B, 7-C, 7-D, 7-E-a and 7-E-b and Figs. 2-Aa, 2-Ab, 2-B, 2-C, 2-D, 2-Ea and 2-Eb). A wide variety of abnormal patterns were observed in VUD curves depending upon the degree of sacral cord injury (Figs. 3 to 7). A case with the most pronounced sacral cord injury in this syndrome presented abnormal patterns closely resembling those in neurogenic bladder associated with meningomyelocele. It was frequently the case that the anal sphincter EMG, recorded bilaterally, disclosed abnormal patterns for either side in the test for sacral reflex activity. The urethral pressure profile disclosed lowered pressure in the mid-urethral segment in some of the cases studied. The degree of improvement in voiding urodynamic patterns obtained by surgical treatment varied considerably among the cases, from marked (Figs. 14 and 15) to practically nil (Fig. 13), though, generally, a trend to improvement in voiding patterns was obvious after surgery in most cases (Figs. 8 to 12).

The results of the urodynamic and electrophysiologic studies indicate that the voiding condition of the surgically treated patients is in the course of normalization, thus demonstrating effectiveness of the surgical treatment.

## I. 緒 言

潜在性二分脊椎に合併した先天性神経因性膀胱には、顕性の症例のほか subclinical neurogenic bladder の症例も多く含まれている。とくに後者の症例では、遺尿症や再発性尿路感染症として扱われていることが多く、泌尿器科医に受診した時には、すでにかかり進化した病変が見出されることが多い。

われわれは排尿障害、尿失禁、再発性尿路感染を訴えて来院した症例には、泌尿器科の一般検査法、X線検査法のほかに下部尿路検査法として、蓄尿時尿水力学検査法（佐藤式または Lewis 式膀胱内圧測定法）および排尿時膀胱尿道造影法を用いて疾患のスクリーニングをおこなった後、自律型神経因性膀胱を疑う症例にはさらに排尿時尿水力学検査法<sup>1)</sup>および電気生理学的検査法<sup>2,3)</sup>を施行している。また診断の確認のために本大学整形外科において myelography が施行されている。

このような諸検査法によってわれわれが診断しえた tight filum terminale を含むいわゆる tethered cord syndrome の症例は46例あり、このうち15例に牽引索除去術を施行した。本症候群の予後の追求も上述のご

とき諸検査法を用いたので、尿水力学的検査法を中心にその結果を報告する。

## II. 症 例

1972年より1977年迄の5年間に46症例の本症候群を経験した。内訳は男性21例、女性25例であり、身長が一番伸びる11～15歳の時期に受診した症例が最も多く、全体の35%を占めている (Table 1)。また6～15歳の年齢群が全体の約59%を占めている。なお Table 1 の括弧内の数字は手術を施行した症例数を表わしている。

Table 2 には本症候群の手術症例の障害部位を示し

Table 1. Materials in tethered cord syndrome.

Age distribution	♂	♀	Total
0 yrs. old ~ 5 yrs. old	2	5 (1)	7
6 yrs. old ~ 10 yrs. old	6 (1)	5 (3)	11
11 yrs. old ~ 15 yrs. old	8 (1)	8 (4)	16
16 yrs. old ~ 20 yrs. old	2 (2)	2	4
20 yrs. old ~	3 (2)	5 (1)	8
Total	21	25	46

( ) = Operated cases

Table 2. Traction lesion confirmed with myelography and intra-spinal surgery.

Disorder		No. of cases
Low-placed conus medullaris		7
Tight filum terminale	With adhesion of cauda equina	2
	Without adhesion of cauda equina	4
Adhesion of cauda equina		2

た。低位脊髄円錐が7例、tight filum terminale が6例、馬尾神経の癒着が2例であった。

### III. 検査方法とその結果

#### A. 検査方法

本症候群の診断および予後の追跡に用いた尿水力学の、電気生理学的検査法として、蓄尿期間中は Lewis 式膀胱内圧測定法、筋電図を利用した種々の仙髄神経反射検査法および一部症例に尿道圧 profile 法を用いた。排尿期間中は、すでに報告した<sup>1)</sup>ごとく 6 channel polygraph を用いた腹腔内圧、尿道圧、膀胱圧、肛門括約筋トームス、肛門括約筋筋電図、尿流量率の同時測定法 (voiding urodynamic examination: 以下 VUD と略す) を施行した。尿水力学の検査法以外の本症候群の診断法については、すでに報告<sup>2)</sup>したごとくである。

#### B. 結果

上述した VUD 測定法より得られた 35 の排尿パラメーターを基に (Fig.1-B)<sup>1)</sup>、排尿パラメーターの統計処理を t 検定法<sup>4)</sup>により施行した。術前の排尿パラメーターは正常群のパラメーターと対比して本疾患群での有意差のあるパラメーターを求め、術後の排尿パラメーターは術前の排尿パラメーターと比較し術後の改善度を求めた。

##### (1) 術前、術後の排尿パラメーターの統計処理の結果

(a) 手術前: 本疾患群と正常群との間には Table 3 に示すごとく 11 の排尿パラメーターで有意差を認め、4 排尿パラメーターで有意差の傾向を認めた。これらのパラメーターから、本症候群の特徴は、膀胱圧、腹腔内圧、尿流量率に関連したパラメーターにあると考えられる。

膀胱圧に関するパラメーターとしては、静止時膀胱圧 (最大尿意時膀胱圧) (⑤ Pb-rest) および排尿前膀胱圧 (⑦ Pb-before) の値が高い。これは膀胱頸部が開口しにくいことを意味している。開口時膀胱圧 (⑧ Pb-open) は有意に高く、開口時膀胱圧/最大膀胱圧

(⑩ Pb-open/Pb-max) は高い傾向を示している。これは膀胱頸部の開大に本症では高い圧を要することを示すものである。膀胱頸部拡張圧/最大膀胱圧 (⑬ Pb-max—Pu-max/Pb-max) が大きい、これは膀胱頸部が開きにくい、排尿期間中膀胱頸部で失われる energy が大きい傾向にあることを示すものである。

本症候群では膀胱頸部での抵抗増大のほか、外尿道括約筋部分での尿道抵抗の増大も考えられ (利尿筋-外尿道括約筋共同不全出現率 62.2%)、下部尿路の 2 カ所に主として抵抗部位が存在すると考えられ、尿

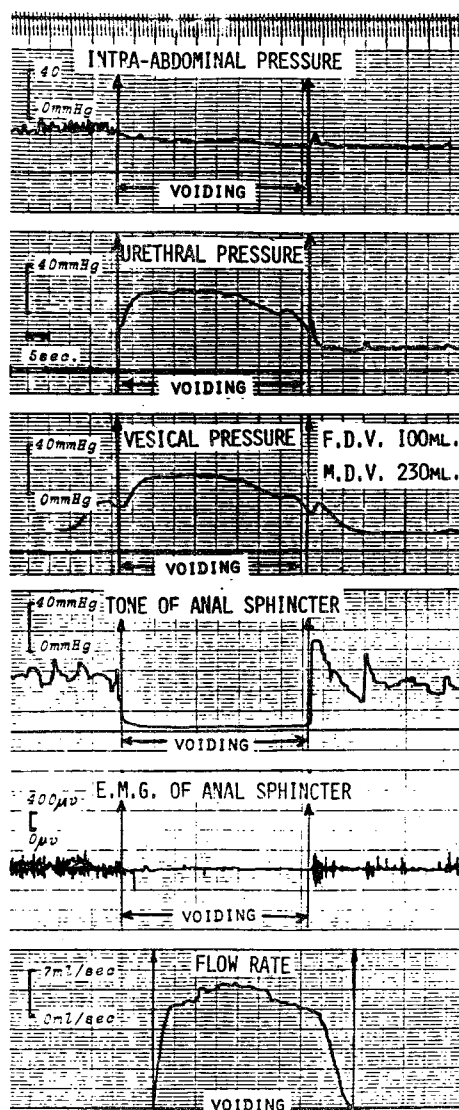


Fig. 1-A. Typical normal voiding curves measured with 6 channel polygraph. Case: 12yrs. old, boy. (from Fukui, J.: Jap. J. Urol., 68, 337, 1977)

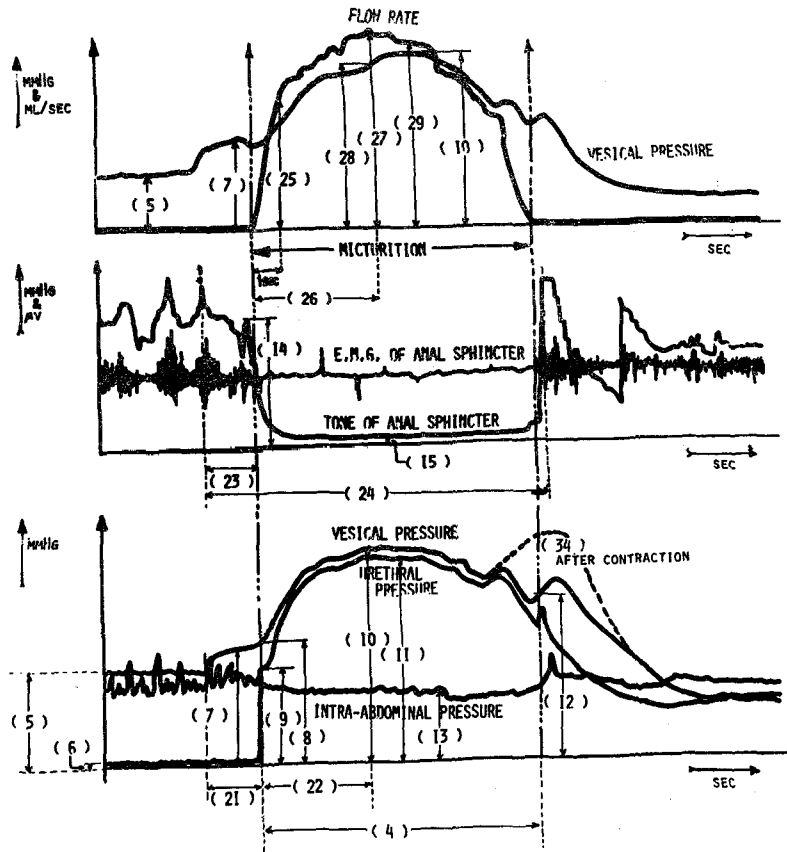


Fig. 1-B. Measuring point of 35 voiding parameters derived from the correlation among the curves of 6 voiding factors.  
(from Fukui, J.: Jap. J. Urol., 68, 337, 1977)

- (1) SEX : 性
- (2) AGE : 年齢
- (3) VOIDING CAPACITY ( V·CAP ) : 排尿量(膀胱容量)
- (4) VOIDING TIME ( V·TIME ) : 排尿時間
- (5) RESTING VESICAL PRESSURE (  $P_{B,REST}$  ) : 最大尿意時膀胱圧
- (6) RESTING URETHRAL PRESSURE (  $P_{U,REST}$  ) : 最大尿意時尿道圧
- (7) PREVODING VESICAL PRESSURE (  $P_{B,BEFORE}$  ) : 排尿前膀胱圧
- (8) OPENING VESICAL PRESSURE (  $P_{B,OPEN}$  ) : 開口時膀胱圧
- (9) OPENING URETHRAL PRESSURE (  $P_{U,OPEN}$  ) : 開口時尿道圧
- (10) MAXIMAL VESICAL VOIDING PRESSURE (  $P_{B,MAX}$  ) : (排尿時)最大膀胱圧(最大排尿圧)
- (11) MAXIMAL URETHRAL VOIDING PRESSURE (  $P_{U,MAX}$  ) : (排尿時)最大尿道圧
- (12) TERMINAL VESICAL VOIDING PRESSURE (  $P_{B,FINAL}$  ) : 排尿終了時膀胱圧
- (13) MAXIMAL INTRAABDOMINAL PRESSURE (  $P_{ABD,MAX}$  ) : (排尿期間中)最大腹腔内圧
- (14) MAXIMAL TONE OF ANAL SPHINCTER (  $P_{ANAL,MAX}$  ) : 最大肛門括約筋トーン
- (15) MINIMAL TONE OF ANAL SPHINCTER (  $P_{ANAL,MIN}$  ) : (排尿期間中)最小肛門括約筋トーン
- (16)  $P_{U,OPEN}/P_{B,OPEN}$  : 開口時尿道圧/開口時膀胱圧
- (17)  $P_{B,OPEN}/P_{B,MAX}$  : 開口時膀胱圧/最大膀胱圧
- (18)  $(P_{B,MAX}-P_{U,MAX})/P_{B,MAX}$  : 膀胱頸部拡張圧/最大膀胱圧
- (19)  $(P_{B,MAX}-P_{ABD,MAX})/P_{B,MAX}$  : 利尿筋収縮圧/最大膀胱圧
- (20)  $(P_{B,MAX}-P_{B,REST})/P_{B,MAX}$  : 真の排尿圧/最大膀胱圧
- (21) PREVODING VESICAL TIME (  $TP_{B,BEFORE}$  ) : 排尿前膀胱圧上昇時間
- (22) TIME TO MAXIMAL VESICAL VOIDING PRESSURE FROM START OF URINATION  
(  $TP_{B,MAX}$  ) : 最大膀胱圧までの時間
- (23) PREVODING TIME OF DECREASED ANAL SPHINCTER TONE  
(  $TP_{ANAL,BEFORE}$  ) : 排尿前肛門括約筋トーン低下時間
- (24) TOTAL DECREASED TIME OF ANAL SPHINCTER TONE  
(  $TP_{ANAL,TOTAL}$  ) : 全肛門括約筋トーン低下時間
- (25) FLOW RATE AT ONE SECOND AFTER START OF URINATION  
(  $Q_{1SEC}$  ) : 排尿開始後1秒時尿流量率
- (26) TIME TO MAXIMAL FLOW RATE FROM START OF URINATION  
(  $T_{Q,MAX}$  ) : 最大流量率までの時間
- (27) MAXIMAL FLOW RATE (  $Q_{MAX}$  ) : 最大尿流量率
- (28) VESICAL VOIDING PRESSURE AT THE TIME OF MAXIMUM FLOW RATE  
(  $PT_{Q,MAX}$  ) : 最大尿流量率時膀胱圧
- (29) FLOW RATE AT MAXIMUM VESICAL VOIDING PRESSURE  
(  $Q_{PB,MAX}$  ) : 最大膀胱圧時尿流量率
- (30) MINIMAL URETHRAL RESISTANCE (  $R_{MIN.}$  ) : 最小尿道抵抗値
- (31)  $TP_{B,BEFORE}/V·TIME$  : 排尿前膀胱圧上昇時間/排尿時間
- (32)  $TP_{B,MAX}/V·TIME$  : 最大膀胱圧までの時間/排尿時間
- (33)  $TP_{ANAL,BEFORE}/TP_{ANAL,TOTAL}$  : 排尿前肛門括約筋トーン低下時間/全肛門括約筋トーン低下時間
- (34)  $TP_{B,MAX}/T_{Q,MAX}$  : 最大膀胱圧までの時間/最大尿流量率までの時間
- (35)  $T_{Q,MAX}/V·TIME$  : 流最大尿流量率までの時間/排尿時間

Table 3. Comparison between the values of voiding parameters in normal subjects and pre-operative patients with this syndrome.

No.	Parameter	Mean	S.D.	Judge- ment	No.	Parameter	Mean	S.D.	Judge- ment
⑥	Pb·rest	185	48	↑↑	①⑨	Pb·max-Pabd·max	0.553	0.168	
		303	112			Pb·max	0.266	0.020	↓↓↓
⑦	Pb·before	267	80	↑↑↑	②⑩	Pb·max-Pb·rest	0.645	0.095	
		436	187			Pb·max	0.538	0.164	↑
⑧	Pb·open	292	76	↑↑	②⑪	Tonal·before	1.639	1.696	↑↑
		51.1	29.4				5273	3562	↑
⑩	Pb·max	538	99	↑	②⑫	Tonal·total	23353	11236	↑
		732	31.3				39550	21177	
⑫	Pb·final	213	24	↑↑↑	②⑬	Q·max	16.809	53.16	↓↓↓
		32.5	12.5				8500	4869	↓↓↓
⑬	Pabd·max	22.9	8.2	↑↑↑	②⑭	Qpb·max	14546	5800	↓↓↓
		52.5	30.2				6569	4569	↓↓↓
⑰	Pb·open	0.560	0.150	↑	③⑮	Tonal·before	0.079	0.006	↑↑
	Pb·max	0.684	0.161	↑		Tonal·total	0.229	0.034	↑
⑱	Pb·max-Pb·max	0.195	0.149	↑					
	Pb·max	0.359	0.278	↑					

↑, ↓ : 0.05 &lt; p &lt; 0.01

↑↑, ↓↓ : 0.01 &lt; p &lt; 0.001

↑↑↑, ↓↓↓ : 0.001 &lt; p

↑↑↑, ↓↓↓ : 0.1 &lt; p &lt; 0.05

cf) The upper values are the values of normal voiding parameters

Table 4. Manifesting rate of detrusor-external urethral sphincter dyssynergia in this syndrome.

	Manifesting ratio	%
Normal subjects	0	0
Pre-operative patients	23 / 37	62.2
Immediately post-operative patients	7 / 11	63.6
Patients after 6 months of the operation	3 / 5	60.0

道抵抗値も大きい (Table 4).

最大腹腔内圧 (⑬ Pabd·max) は著しく高い。これは腹圧排尿をおこなっていることを意味する。前記のごとき膀胱頸部および尿道の強い抵抗に打ち勝って排尿を開始し、かつ維持せんがためには、高い排尿圧が必要となる。この高い排尿圧は利尿筋の収縮力のみでは賄いきれず、腹圧を利用して得ているものである。

利尿筋収縮圧/最大膀胱圧 (⑩ Pb·max—Pabd·max/Pb·max) は著しく小さい。これは膀胱内圧の大部分が腹圧に由来することを意味している。すなわち利尿筋の収縮力の低下である。また真の排尿圧/最大膀胱圧 (② Pb·max—Pb·rest/Pb·max) が有意差の傾向をもって正常群より低い。これらの結果から、本症患者群での排尿は排尿圧に関するパラメーターに主として関連している。本症候群では前述のごとく大きい尿道抵抗が存在するゆえに、尿流出力は弱い (② Q·max ↓↓↓、

② Q·max ↓)。以上が本症候群46例の術前状態の検査法による統計的所見であるが、本症候群特有のパラメーターは見出されず、すでに報告したごとき自律型神経因性膀胱とほぼ同一の結果を得た。

(b) 手術直後: Table 5 に示すごとく、腹腔内圧の低下の傾向が認められた。腹腔内圧のパラメーターは他のパラメーターとの関連性を考慮する必要もあり、このことについては後に検討を加える。

(c) 手術後6ヵ月: Table 6 に示すごとく、腹腔内

Table 5. Comparison between the values of voiding parameters in the patients before and immediately after the intra-spinal surgery.

No.	Parameter	Mean	S.D.	Judge- ment
⑬	Pabd·max	52.5	30.2	
		35.4	17.7	↓

Table 6. Comparison between the values of voiding parameters in the patients before and after 6 months of the operation.

No.	Parameter	Mean	S.D.	Judge- ment
⑬	Pabd·max	52.5	30.2	
		22.3	4.2	↓
②⑮	Tonal·before	5.3	3.6	↑
		11.3	6.0	

Table 7-A. Changes in the maximal intra-abdominal pressure during the micturition before and after intraspinal surgery.

(a) Pabd·max				
	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	22.9	8.2	1.9	19
Pre-operative patients	52.4	30.2	5.2	34
Immediately post-operative patients	35.4	17.7	5.3	11
Patients after 6 months of the operation	22.3	4.2	2.1	4

(b) Pb·max—Pabd·max Pb·max				
	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	0.553	0.168	0.039	19
Pre-operative patients	0.266	0.320	0.054	35
Immediately post-operative patients	0.433	0.164	0.050	11
Patients after 6 months of the operation	0.543	0.067	0.033	4

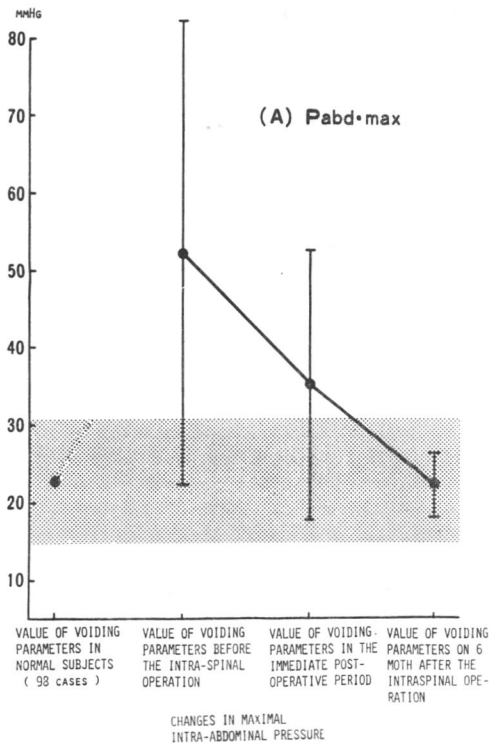


Fig. 2-A-a

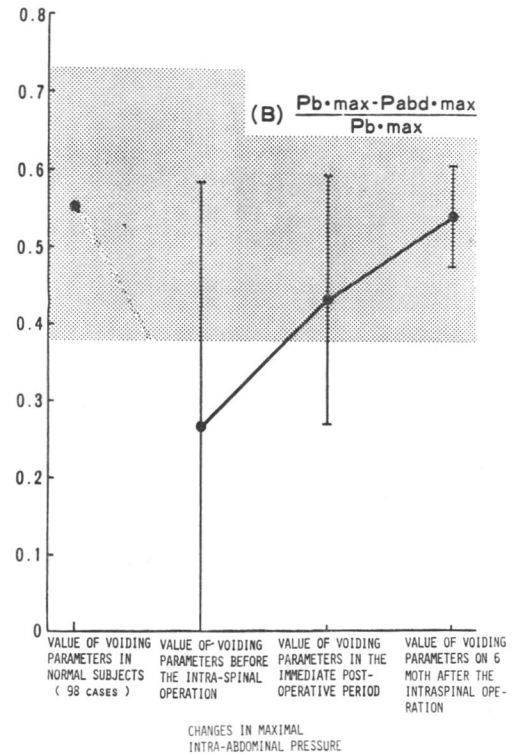


Fig. 2-A-b

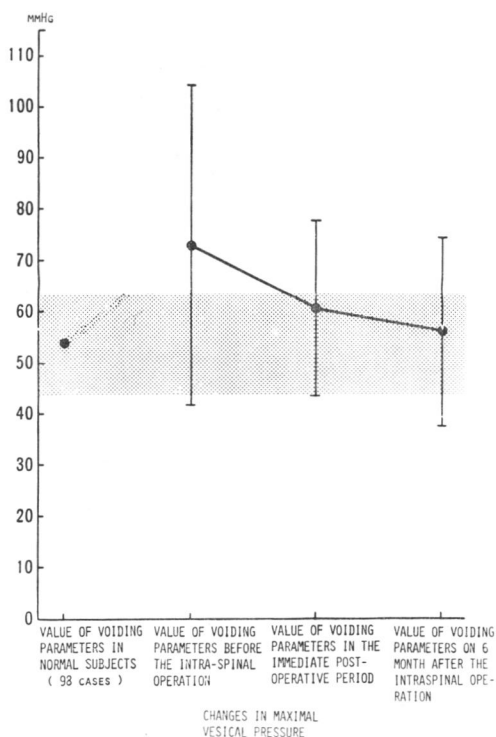


Fig. 2-B

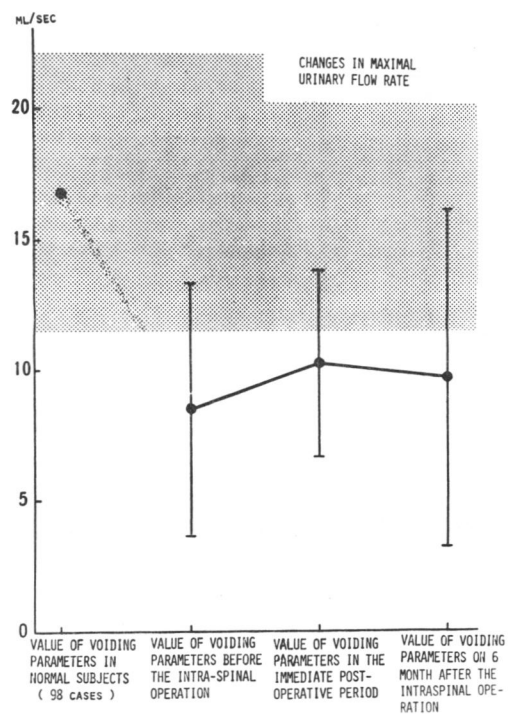


Fig. 2-C

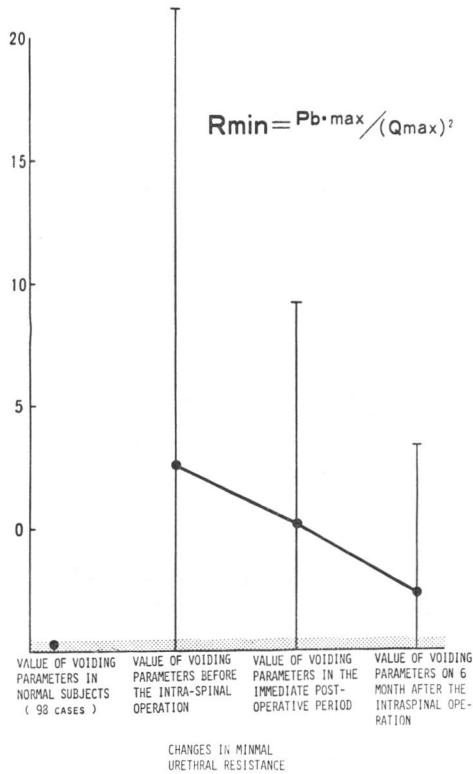


Fig. 2-D

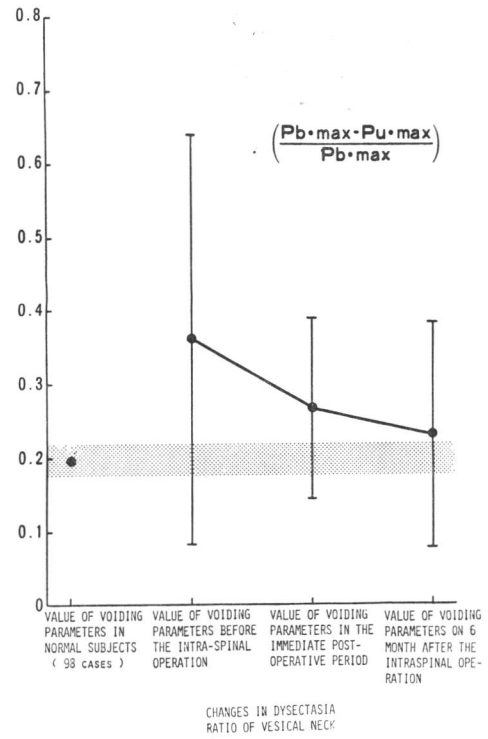


Fig. 2-E-a

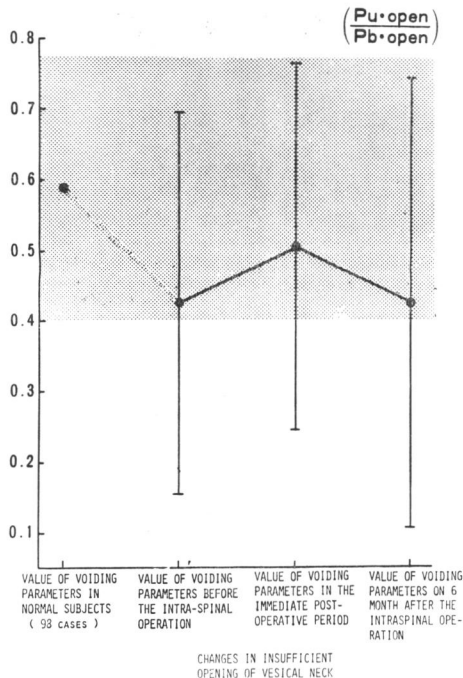


Fig. 2-E-b

Fig. 2. Changes in the values of the voiding parameters before and after the intraspinal surgery. Dotted area expresses the distribution of standard deviation and solid circles connected by solid line represents arithmetic means.

Fig. 2-A-a. Changes in maximal intra-abdominal pressure ( $P_{abd-max}$ ).

Fig. 2-A-b. Changes in intrinsic detrusor contractile rate ( $\frac{P_{b-max} - P_{abd-max}}{P_{b-max}}$ ).

Fig. 2-B. Changes in maximal vesical voiding pressure ( $P_{b-max}$ ).

Fig. 2-C. Changes in maximal flow rate ( $Q_{max}$ ).

Fig. 2-D. Changes in minimal urethral resistance ( $R_{min}$ ).

Fig. 2-E. Changes in resistance of vesical neck.

Fig. 2-E-a. Changes in dysectasia ratio of vesical neck.

Fig. 2-E-b. Changes in insufficient opening of vesical neck.



圧に関連したパラメーターのみで有意差の傾向が認められた。これについても後に検討する。

## (2) 術前, 術後の排尿パラメーター値の変遷

Table 7-A-a および Fig. 2-A-a に示すごとく, 術後に著しい腹圧排尿の改善が認められた。これは利尿筋の収縮力の回復 (Table 7-A-b, Fig. 2-A-b) および排尿圧が低くても排尿が可能なこと (Fig. 2-B, すなわち膀胱頸部と外尿道括約筋部とでの抵抗減少 (Fig. 2-D, 2-E-a) により腹圧の減少が生じたものと推定される (Table 7-A-a, b, Fig. 2-A-a, b)。

最大排尿圧の術前, 術後の変遷では, Table 7-B, Fig. 2-B に示すごとく, 腹腔内圧の減少度に比べ緩徐ではあるが術後の各期間で圧の減少が認められる。

一方尿流量率では, Table 7-C, Fig. 2-C に示すごとく, 術直後に尿流量率の改善が若干認められるが, 6 カ月後では逆に悪化が認められる。これは 6 カ月後の症例数が少ないため, 術後改善度の低い一部の症例の影響が大きく現われたためと考えられ, 今後の症例数の増加を待って再度検討する予定である。

尿道抵抗値の変遷では, Table 7-D, Fig. 2-D に示すごとく, 術後かなりの改善傾向が認められた。本症候群では, 術前および術後での利尿筋-膀胱頸部共同不全の出現率では差が存在しない。一方 Table 7-E-a, b, Fig. 2-E-a に示すごとく, 術後では膀胱頸部の開口は一時改善されるが, 6 カ月後では術前の状態に戻っている。これも尿流量率の項で述べたごとく, 症例

Table 7-B. Changes in the maximal vesical voiding pressure (Pb-max) before and after the intra-spinal surgery.

	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	53.8	9.9	2.2	20
Pre-operative patients	73.2	31.3	5.2	37
Immediately post-operative patients	60.9	17.8	5.4	11
Patients after 6 months of the operation	56.8	18.6	8.3	5

Table 7-C. Changes in the maximal flow rate (Qmax) before and after the intra-spinal surgery.

	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	16.8	5.3	1.6	11
Pre-operative patients	8.5	4.9	0.9	32
Immediately post-operative patients	10.2	3.6	1.1	11
Patients after 6 months of the operation	9.7	6.5	2.9	5

Table 7-D. Changes in the minimal resistance (Rmin) before and after the intra-spinal surgery.

	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	0.26	0.18	0.05	11
Pre-operative patients	7.55	18.70	3.31	32
Immediately post-operative patients	5.15	8.78	3.97	11
Patients after 6 months of the operation	2.30	6.06	1.82	5

$$R_{min} = P_{B \cdot max} / (Q_{max})^2$$

Table 7-E. Changes in opening and dysectasia ratio of the vesical neck (detrusor-vesical neck dyssynergia).

(a)				
$\frac{P_{B \cdot max} - P_{U \cdot max}}{P_{B \cdot max}}$				
	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	0.19	0.02	0.15	19
Pre-operative patients	0.36	0.28	0.05	37
Immediately post-operative patients	0.26	0.12	0.04	11
Patients after 6 months of the operation	0.23	0.15	0.07	5

(b)				
$\frac{P_{U \cdot open}}{P_{B \cdot open}}$				
	Mean	S.D.	S.E.	n
Normal subjects	0.69	0.19	0.04	20
Pre-operative patients	0.52	0.27	0.04	37
Immediately post-operative patients	0.60	0.26	0.07	11
Patients after 6 months of the operation	0.53	0.32	0.14	5

数が少ないため改善度の少ない症例のパラメーター測定値が影響したためと思われる。排尿期間中の膀胱頸部の開大不全は, 術後緩徐ではあるが改善されていると思われる (Table 7-E-b, Fig. 2-E-a)。

## (3) 術前, 術後の排尿因子波形の変遷

### (a) 正常排尿因子波形

正常排尿因子波形については, すでに報告<sup>1)</sup>したので, 図示するととめる (Fig. 1-A, B)。

### (b) 手術前の排尿因子波形について

Tethered cord syndrome の排尿パターンは基本的には自律型神経因性膀胱 (一部症例では反射型膀胱を含む) の排尿波形を示すが仙髄排尿中枢の障害程度により様々な排尿パターンを示す。

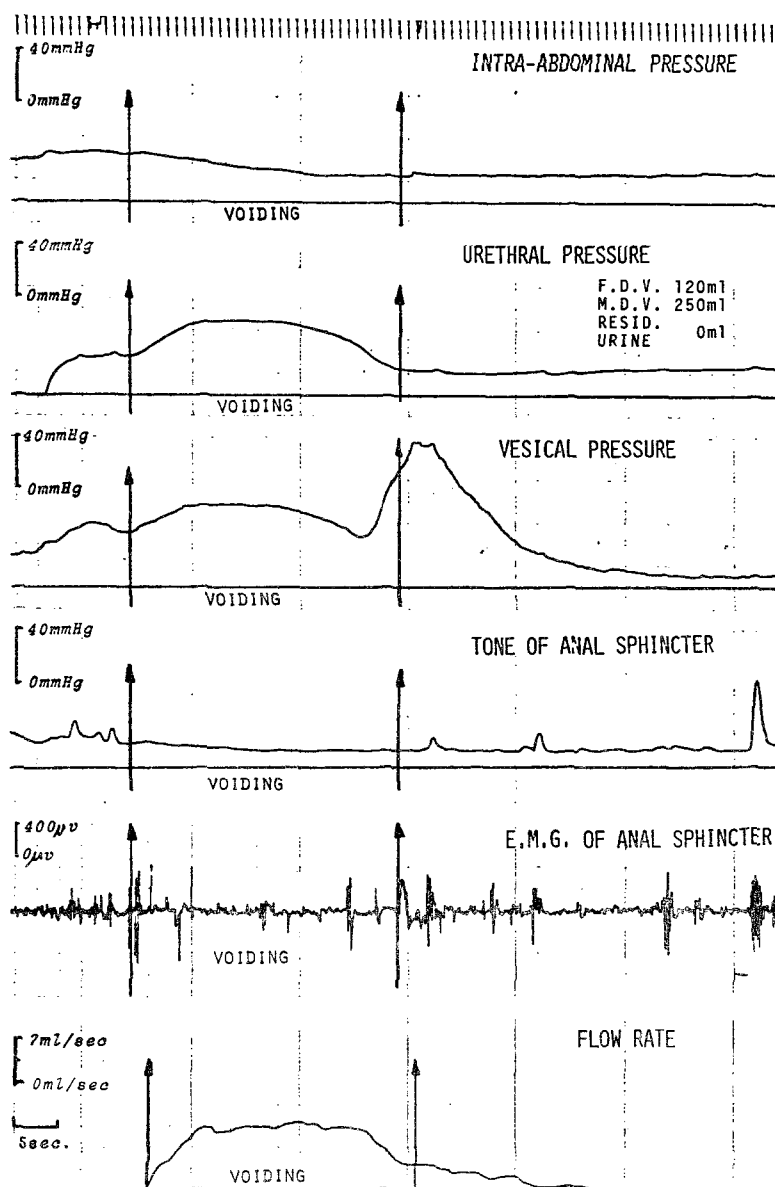


Fig. 3. Normal patterns of voiding urodynamic examination. Case: 14yrs. old, boy. C.C.: Lumbago and right foot deformity. Diag.: Tight filum terminale. Coordination among the voiding factor curves (V.U.D. curves) was predominantly good and the values of voiding parameters were within the normal range. There was no dysfunction either of bladder or of anal sphincter.

Fig. 3 は腰痛、右内反足など整形外科的愁訴で本大学整形外科を受診し、myelography にて本症候群と診断され、泌尿器科に精査のため紹介された症例のVUD 波形である。各排尿因子間の相関々係もよく、排尿パラメーターの測定値も正常である。

Fig. 4 は再発性尿路感染症および夜尿を訴えて来院した12歳女児症例で、myelography にて tight filum

terminale と診断されたが、症状は軽度であり、現在薬剤投与と定期検査で経過を観察している症例の尿水力学検査波形である。Fig. 4-1) は本症例の urethral pressure profile (以下 UPP と略す) であり、正常パターンを示している。VUD 波形では軽度の腹圧排尿による小さい波動を有する膀胱圧波形が認められるが、各排尿因子間の相関々係も良好であり、排尿パラ

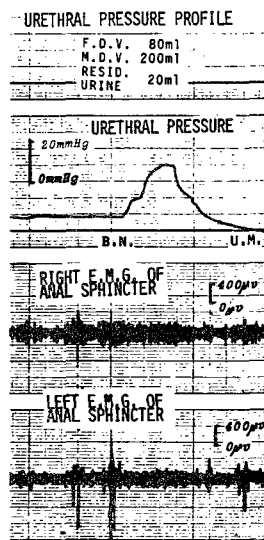


Fig. 4-1)

Fig. 4. Urodynamic examination of the patient with moderate urinary disturbances in this syndrome. Case: 12yrs old., girl. C.C.: Enuresis nocturna and recurrent urinary tract infection. Diag.: Tight filum terminale.

Fig. 4-1). Urethral pressure profile (U.P.P.) of the same subject. U.P.P. pattern on the bladder fullness was normal and all measuring values were in normal range.

Fig. 4-2). Voiding urodynamic examination (V.U.D.) curves of the same patient. Vesical pressure curve was normal, except for exhibiting many small undulations due to abnormal straining. Values of voiding parameters were within the normal range. In this case, urinary incontinence appeared as soon as the vesical capacity became 250 ml.

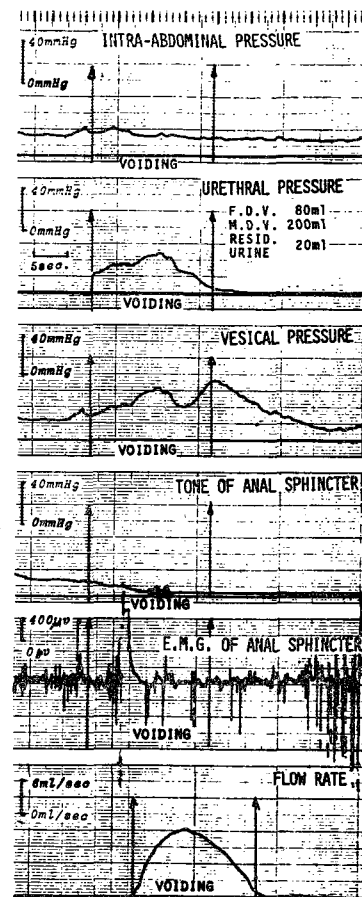


Fig. 4-2)

メーター値も正常である (Fig. 4-2)).

Fig. 5 の症例は尿失禁、再発性尿路感染症を有し、myelography および手術所見より low-placed conus medullaris と診断された症例である。VUD 波形では、膀胱圧波形と腹腔圧波形とが同一波形であり、利尿筋の収縮圧がほとんど存在しないことがわかる。肛門括約筋トーマス波形では、排尿には無関係の弛緩した状態にあるが、肛門括約筋筋電図では排尿の前後に若干の放電数の増加が認められた。尿流量率曲線では平坦状+波状型を呈し、排尿障害の存在が疑われる。

排尿パラメーターの測定値では、⑭ Panal-max ↓, ⑮ Pabd-max ↑, ⑯ Qmax ↓, ⑰ Vtime ↑ が認められた。また最大尿意時膀胱容量が大きく、残尿量も多い。本症例の排尿障害は利尿筋収縮力低下によるものと考えられ、VUD 波形からは利尿筋-膀胱頸部共同不全および利尿筋-外尿道括約筋共同不全は認められなかった。しかし排尿期間中に能動的に骨盤床筋群の弛緩が認められないことは、広い意味での利尿筋-外尿道括約筋共同不全の存在が考えられる<sup>2)</sup>。

Fig. 6 は尿失禁、腰痛を訴えて来院した43歳女子症

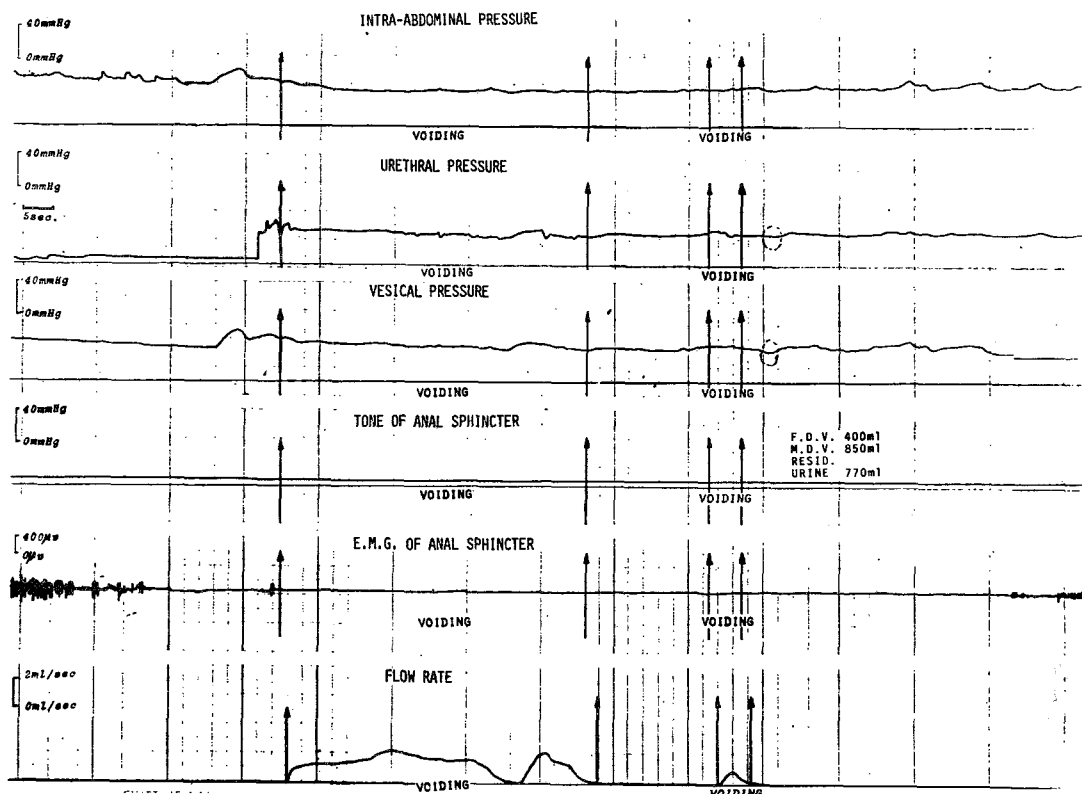


Fig. 5. V.U.D. curves of the patient with flaccid detrusor and flaccid pelvic floor musculature. Case: 40yrs. old, male patient. C.C.: Urinary incontinence, recurrent urinary tract infection, lumbago and highly resistant ulcer in the dorsal part of the foot. Diag.: Low-placed conus medullaris. The vesical pressure curve was similar to the intra-abdominal pressure curve during the micturition; thus it was found that the micturition were depend upon the abdominal straining and that the detrusor possessed little contractile function. Independently of micturition, anal tone curve was to be relaxing, but in anal sphincter E.M.G. a few spike discharges were found out prior to micturition. Urinary flow rate curve was low-hill like and wavy form. Therefore, existence of urinary disturbances was suspected. The measuring values of each voiding parameter were as follows; Pabd-max ↓, Panal-max, ↑, Qmax ↓, Vtime ↑ and Vcap ↑, Residual urine ↑.

例の VUD および電磁オシログラフによる肛門括約筋筋電図と尿流量率との同時測定波形である。本症例は myelography の所見より low-placed conus medullaris の診断が下された。VUD 波形より、腹圧排尿、二段排尿、肛門括約筋圧の低下、右側の肛門括約筋筋電図での干渉波形の出現などが認められた (Fig. 6-A)。Fig. 6-B は肛門括約筋筋電図であるが、排尿期間中の electrical silence が認められず (i 図)、随意排尿中断には干渉波形の出現がなく、骨盤床筋群の収縮よりもむしろ腹圧を減じることにより排尿中断はなされていた (ii 図)。

Fig. 7 は両側の VUR を有する再発性尿路感染および尿失禁のある12歳女児の尿水力学検査所見であ

る。Fig. 7-A は蓄尿期間中の膀胱内圧測定図である。膀胱内圧波形は高緊張型自律型神経因性膀胱波形を示した。Fig. 7-B は本症例の VUD 波形であり、膀胱圧と腹腔圧とが同型であることより腹圧排尿であることがわかる。著しく高い膀胱圧に比べ尿道圧は低く、膀胱頸部で喪失された energy の大きいことがわかる。排尿前の肛門括約筋トーンが低いのに、排尿期間中は逆に上昇が認められ、筋電図波形でも同様に干渉波形の出現が認められることより、利尿筋-外尿道括約筋共同不全の存在が疑われる。以上のごとく、下部尿路での抵抗増大により、尿流量率は低く、その波形も断続的平坦状波形を示していた。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑, ⑪ Pu-max ↓, ⑬



Fig. 6-B-i)

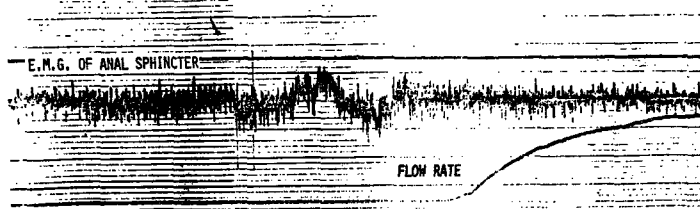


Fig. 6-B-ii)

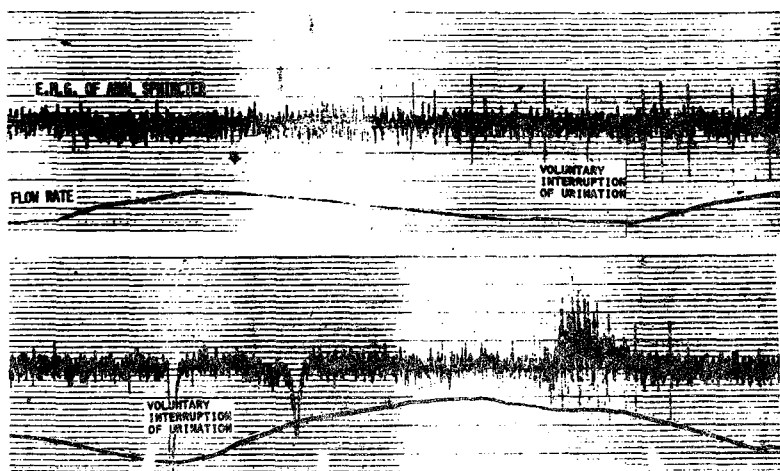


Fig. 6-B. Correlation between anal sphincter EMG by electromagnetic oscillograph and urinary flow rate curve.

Fig. 6-B-i). In the anal sphincter E.M.G. complete cessation of discharge was not recognized during the micturition, conversely interference discharges were visualized.

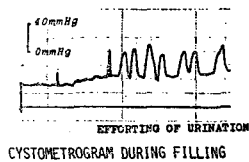
Fig. 6-B-ii). On the voluntary interruption of urination, increase discharge frequency in anal sphincter E.M.G. was not noticeable. Volitional cessation of urination was performed by decreased abdominal straining.

Pabd-max ↑, ⑮ Panal-max ↓, ⑮ Pb-max—Pu-max/Ph-max ↑, ⑳ Qmax ↓ が認められた。Fig. 7-C は本症例の UPP 像である。膀胱充满時の波形で尿道中央部で圧の低下が認められ “para-urethral striated musculature”<sup>4)</sup> の緊張低下が考えられた。Fig. 7-D は本症例の仙髄神経反射検査所見である。右側肛門括約筋内に針電極を刺入した時に同部位で疼痛がなく、肛門括約筋の右半分より導出した筋電図波形では、活動電位が少なく、振幅も小さかった。また外陰部～肛

門部の皮膚刺激に対する肛門括約筋筋電図反応も右側で劣っていた。本症例は本症候群の中で最も重症に属する排尿波形を示しており、むしろ脊髄髄膜瘤による先天性神経因性膀胱波形に近い。

(c) 手術前と手術後各期間の排尿因子波形の比較

以下に手術前後の排尿因子波形を呈示し、手術による改善度について評価を試みた。Fig. 8 は昼夜遺尿を訴えて来院した7歳男児の VUD 波形である。Fig. 8-A では腹圧排尿によるための細かい動揺を示す膀胱



"TETHERED CORD SYNDROME"

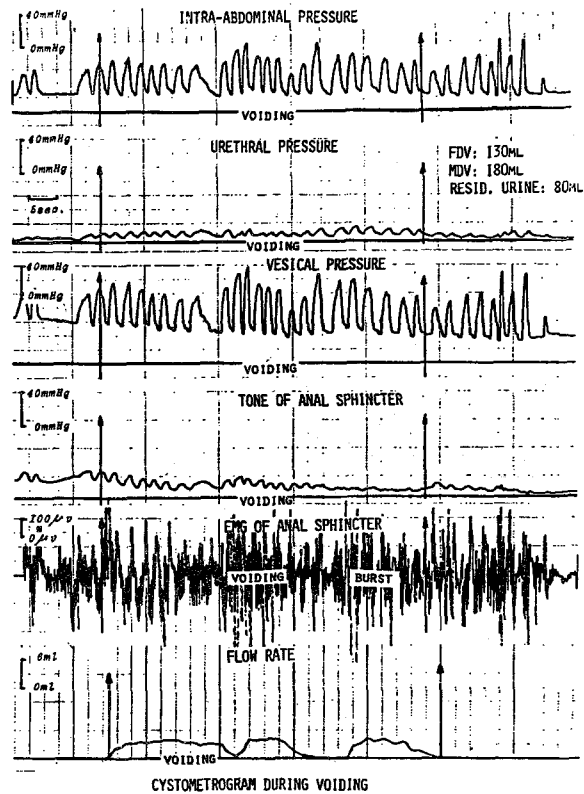


Fig. 7-A

Fig. 7-B

Fig. 7. The typical patterns of curves of urodynamic examination in tethered cord syndrome. Case: 12yrs. old, girl. C.C.: Recurrent urinary tract infection (bilateral VUR, grade IV) and urinary incontinence. Diag.: Low-placed conus medullaris.

Fig. 7-A. Typical filling cystometrogram in this syndrome. Cystometrogram shows hypertonic type of autonomous neurogenic bladder. Although hypotonic type was found out in adult patients including some elder children, hypertonic type had a tendency to appear in infants and children.

Fig. 7-B. Typical V.U.D. patterns of the patient with tethered cord syndrome. The vesical pressure curve was slightly higher than the intra-abdominal pressure curve during the micturition. However the patterns of both curves were similar. It was clear from the above mentioned curves that the micturition was due to abdominal straining. Because the urethral pressure curve was low in comparison with extremely high vesical pressure, it was suggested that the resistance in the vesical neck was increased. Although anal sphincter tone was lowered before and after the micturition, it was elevated during the micturition. Moreover, interference discharges in anal sphincter E.M.G. pattern were found during the micturition. Judging from these facts, the existence of detrusor-external urethral sphincter dyssynergia was suggested. Due to the increasing urethral resistance as mentioned above, urinary flow rate curve was reduced. The flow rate curve was low-hill like and staccato-like form. Measuring values of voiding parameters gave the following results: Pb-max ↑, Pu-max ↓, Pabd-max ↑, Panal-max ↓, Qmax ↓, Pb-max—Pu-max/Pb-max ↑.

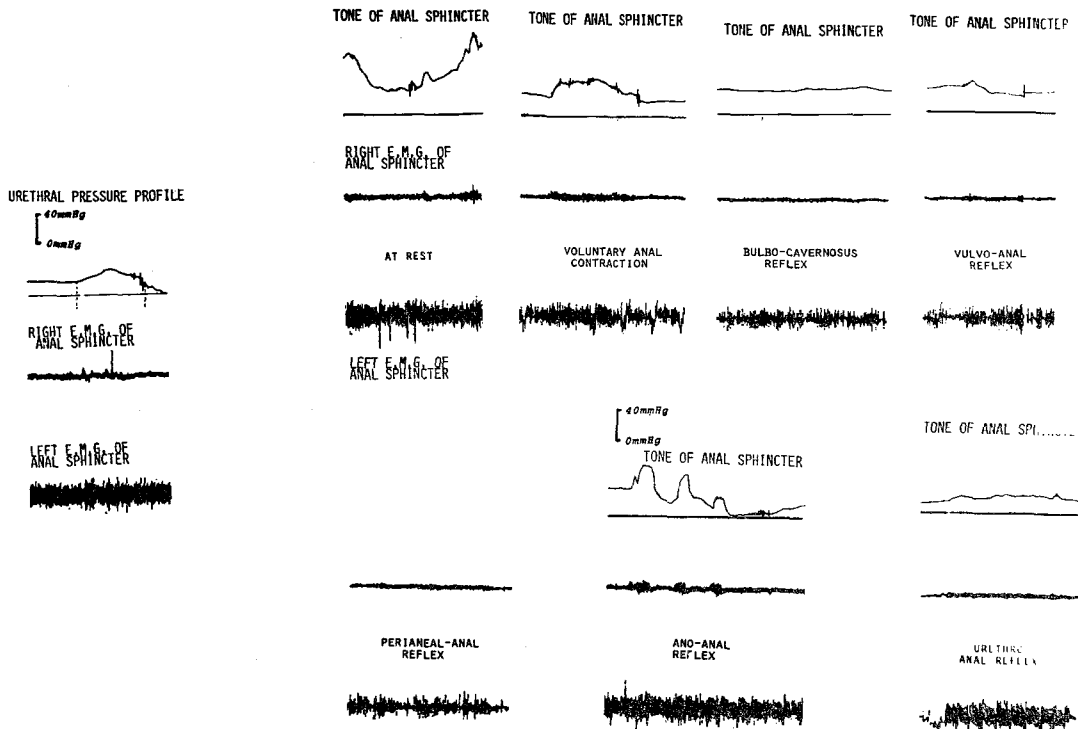


Fig. 7-C

Fig. 7-C. U.P.P. of the same patient. Because the measuring values in mid-urethral segment in U.P.P. was reduced on the vesical fullness, it was suggested that the tone of paraurethral striated musculature was decreased.

Fig. 7-D

Fig. 7-D. Tests for sacral reflex activity. The patient complained of no pain when the needle electrodes were inserted at the right anal sphincter region. It was found that her sensibility disappeared in the right half of the saddle area. The spike discharge in the right anal sphincter E.M.G. was decreased with stimulation from the external genitals to the anus.

圧波形が認められる。膀胱圧曲線は高いが尿道圧曲線は正常下限であり、排尿期間中膀胱頸部で失われる energy の大きいことがわかる。排尿開始時の骨盤床筋群の弛緩遅延は排尿開始時の排尿痛によるものと考えられ、このため尿流量率曲線も双峰状を呈している。肛門括約筋筋電図波形では干渉波形～burst が認められ、利尿筋-外尿道括約筋共同不全の存在が推測される。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑, ⑬ Pabd-max ↑, ⑭ Qmax ↓ が認められた。Fig. 8-B は術後の VUD 波形である。Fig. 8-B-i) では、排尿終末時痛のため、尿道圧、膀胱圧、肛門括約筋トーンと筋電図波形にて、おのおの棘状波形および干渉波形の出現が認められた。排尿期間中は腹腔内圧が若干上昇する以外は各排尿因子波形は正常であり、各排尿因子間の協調性もよく、パラメーターの測定値にも異常を認めない。Fig. 8-B-ii) は随意排尿中断時の VUD 波形である。随意排尿中断は骨盤床筋群の収縮

によりなされており、排尿波形にも異常が認められない。

Fig. 9 は夜尿、再発性尿路感染を訴えて来院した 8 歳女児の VUD 波形である。Fig. 9-A は手術前の VUD 波形である。排尿期間中に肛門括約筋トーンス波形にて小さな棘状波形の出現と強い収縮波形とが認められ（利尿筋-外尿道括約筋共同不全）、肛門括約筋筋電図でも肛門括約筋トーンス波形に一致した干渉波形の出現が認められる。一方排尿期間中の膀胱圧および尿道圧曲線は上昇している。以上の排尿因子波形の特徴は自律型神経因性膀胱よりも無抑制型または反射型神経因性膀胱の排尿波形によく認められる。本症候群の一部症例では、自律型+反射型の混合型も認められるので、本症例もこの範疇に含まれるのかも知れない。しかし本症例では脳波や bethanecol supersensitivity test では正常パターンを示した。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑, ⑪ Pu-max ↑, ⑬



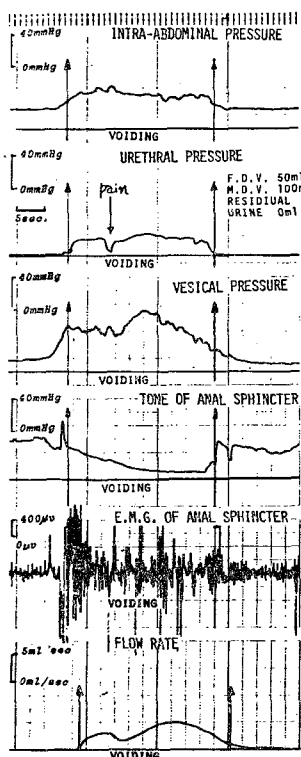


Fig. 8-A

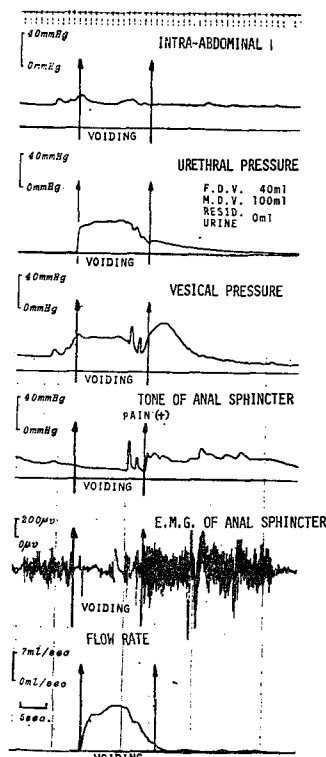


Fig. 8-B-i)

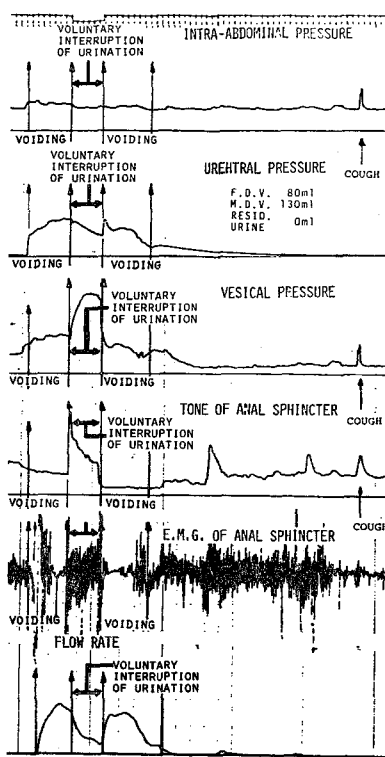


Fig. 8-B-ii)

Fig. 8. Comparison of voiding factor curves before and after the intra-spinal surgery. Case: 7yrs. old, boy. C.C.: Enuresis nocturna et diurna. Diag.: Tight filum terminale.

Fig. 8-A. A certain degree of increasing intraabdominal pressure curve was represented and vesical pressure curve was shown with many small waves during micturition. In spite of high vesical pressure, urethral pressure revealed lower limit within the normal range. As a result, it was found that energy loss in the vesical neck was considerably increased. Descent of pelvic floor (prior to micturition) was a little later within normal range. It may be based on urethral pain at the beginning of micturition. For the above reasons, the flow rate curve exhibited two-peaks shape. E.M.G. of anal sphincter was to reveal the intermitten wave to burst during the micturition. Hence it was suggested that detrusor-external urethral sphincter dyssynergia had been present. The measurement value of voiding parameters gave the following results: Pb-max ↑, Pabd-max ↑, Qmax ↓.

Fig. 8-B. V.U.D. curves immediately after the intraspinal operation.

Fig. 8-B-i). On account of pain at the terminal urination the visualized pointed waves were involved in the urethral, vesical and anal sphincter curves on terminal micturition. Coordination between voiding factor curves was kept normal. Each voiding curve showed a normal pattern, except some elevated intra-abdominal pressure during micturition and abnormal values in voiding parameters were not confirmed.

Fig. 8-B-ii). He could volitionally interrupt micturition after operation and voiding factor curves revealed normal pattern except little abdominal straining during the micturition.

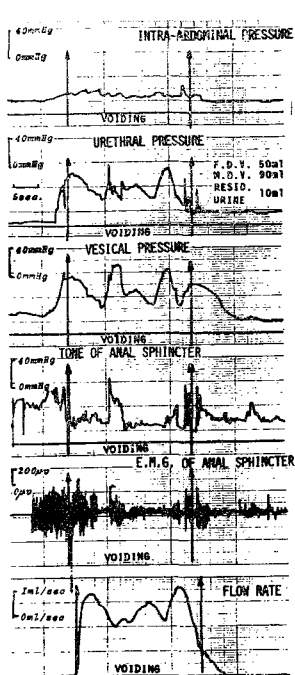


Fig. 9-A

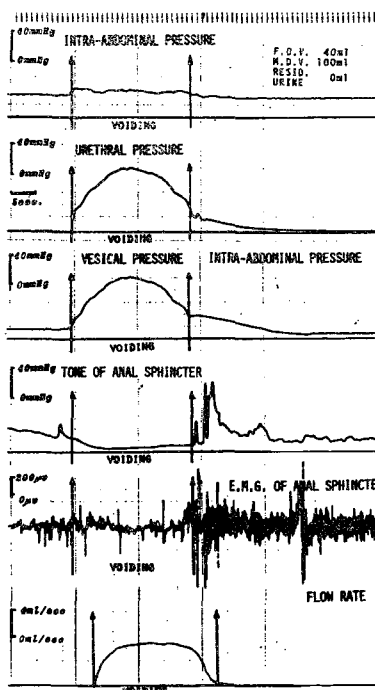


Fig. 9-B-i)

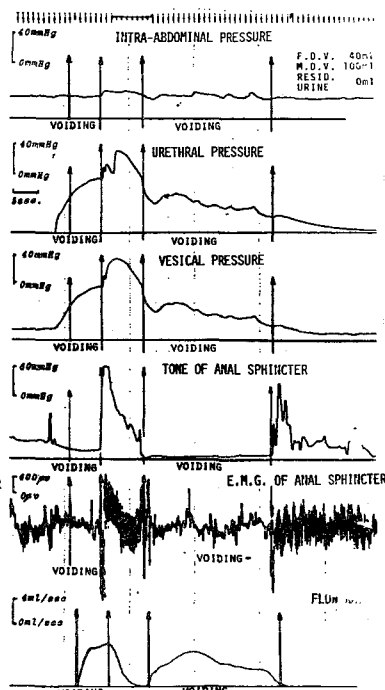


Fig. 9-B-ii)

Fig. 9. V.U.D. curves of female patient with slight to moderate voiding disturbances. Case: 8yrs. old, girl. G.C.: Enuresis nocturna and recurrent urinary tract infection. Diag.: Tight filum terminale.

Fig. 9-A. The small pointed waves in anal sphincter tone curve and the elevated intra-abdominal pressure curve due to abdominal straining were exhibited during the micturition, and urethral and vesical pressure curves during voiding were higher than what were considered normal. Manifestation of interference discharges in anal sphincter EMG was also present simultaneously with the elevation of the anal sphincter tone. Because of high vesical and urethral pressure and detrusor - external urethral sphincter dyssynergia V.U.D. curves in this case were identical with those of reflex neurogenic bladder. But abnormal findings in bethanecol hyper-sensitivity test and other neurological tests (including EMG) had escaped detection. Voiding parameter valued were as follows: Pb-max  $\uparrow$ , Pu-max  $\uparrow$ , Panal-min  $\downarrow$ , Qmax  $\downarrow$ .

Fig. 9-B. V.U.D. curves immediately after the intraspinal operation.

Fig. 9-B-i). Co-ordination among 6 voiding factor curves was maintained at excellent situation except for some elevated urethral and vesical pressure curves during the micturition. Abnormal finding was undetectable in each voiding factor curve.

Fig. 9-B-ii). Voluntary interruptions of urination were completely performed due to the contraction of pelvic floor musculature. No abnormality in each voiding curve was present during interruption of urination.

Panal-min  $\downarrow$ , ② Qmax  $\downarrow$  が認められた。Fig. 9-B は術後の VUD 波形である。Fig. 9-B-i) では、膀胱圧および尿道圧波形の上昇が認められる以外は、各排尿因子波形は正常であり、各排尿因子間の協調性もよく保たれており異常は認められない。手術により下部尿路の機能的障害は除去されたが、術直後でもあり、また膀胱および尿道は unstable state にあると思われる。Fig. 9-B-ii) は随意排尿中断時の VUD 波形であ

り、骨盤床筋群の収縮により排尿中断がなされており、各排尿因子波形間には異常が認められない。

本症候群におけるいわゆる“subclinical or occult neurogenic bladder”については、別に報告する予定であり、ここでは症例の呈示にとどめたい。症例は grade IV (Hertz, M. の分類) の両側性 VUR を有する 8 歳 女児である。Fig. 10-A は術前の VUD 波形であり、Fig. 10-A-i) では尿流量率が若干低い以外は

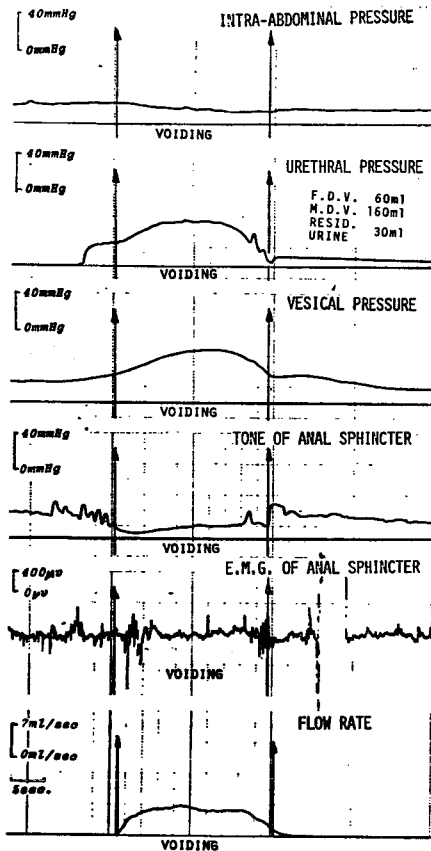


Fig. 10-A-i)

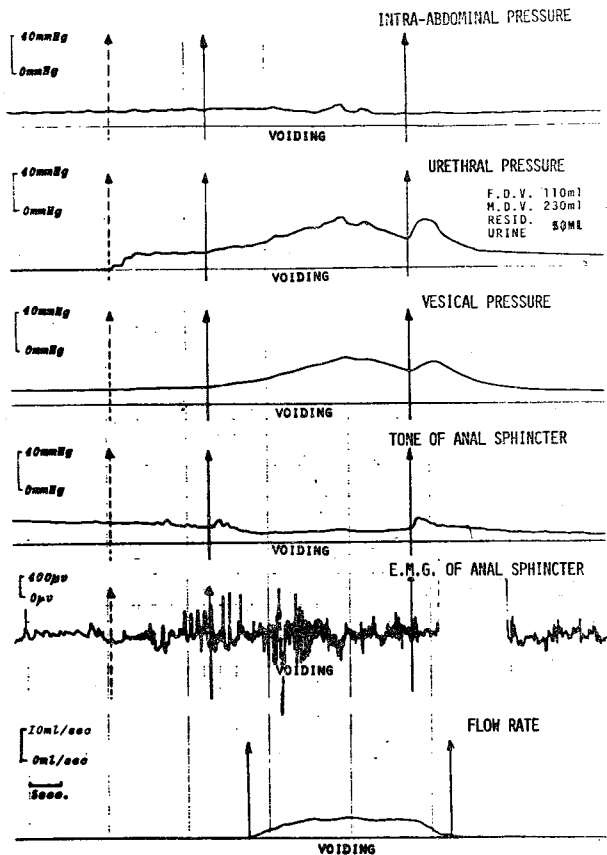


Fig. 10-A-ii)

Fig. 10. Subclinical neurogenic bladder in tethered cord syndrome. Case: 8yrs. old, girl.

C.C.: Recurrent urinary tract infection. Diag.: Tight filum terminale.

Fig. 10-A. V.U.D. curves before intraspinal operation in this syndrome.

Fig. 10-A-i). Voiding curves were revealed in ordinary V.U.D. except for some decreasing urinary flow rate.

Fig. 10-A-ii). At times, as shown in Fig. 10-A-ii), markedly protracted micturition from dotted arrow to solid arrow were shown.

正常である。時には Fig. 10-A-ii) に示すごとく、膀胱頸部が開大した後、外尿道口より尿が流出するまでの時間が延長することが認められた(点線矢印～実線矢印)。これは外尿道括約筋の弛緩不全と尿道平滑筋全体のトーンの影響を受けているとも考えられる。本症例では尿力学的検査法その他、70mm 連続スポット撮影法による側面排尿時造影法などにより本症候群を疑い、myelography により tight filum terminale and low-placed conus medullaris と診断を下し、手術が施行された。術後の VUD 波形では、術直後のため肛門括約筋トーン波形での収縮力低下が若干認められたが、排尿状態は改善されている (Fig. 10-B)。

Fig. 11 は長期間 follow-up をおこなった典型的な

本症候群の術前、術後の VUD 波形である。症例は尿失禁を有する16歳女性で、尿力学的検査など諸検査を施行した結果自律型神経因性膀胱と診断され、myelography および手術時の所見から low-placed conus medullaris と診断された。Fig. 11-A は術前の VUD 波形であり、膀胱圧と腹腔内圧とは同一波形であることから、腹圧排尿をなしていることがわかる。排尿期間中の著しく高い膀胱圧に比べ尿道圧は低い(利尿筋-膀胱頸部共同不全)。また排尿期間中の肛門括約筋トーン波形は膀胱圧波形に類似し、筋電図も同様に排尿期間中干渉波形が出現している(利尿筋-外尿道括約筋共同不全)。上記したごとく本症例では尿道抵抗部位は主として2カ所存在し、排尿障害の程度も大きい。排尿パラメーターの測定値で、⑩ Pb-max ↑, ⑪

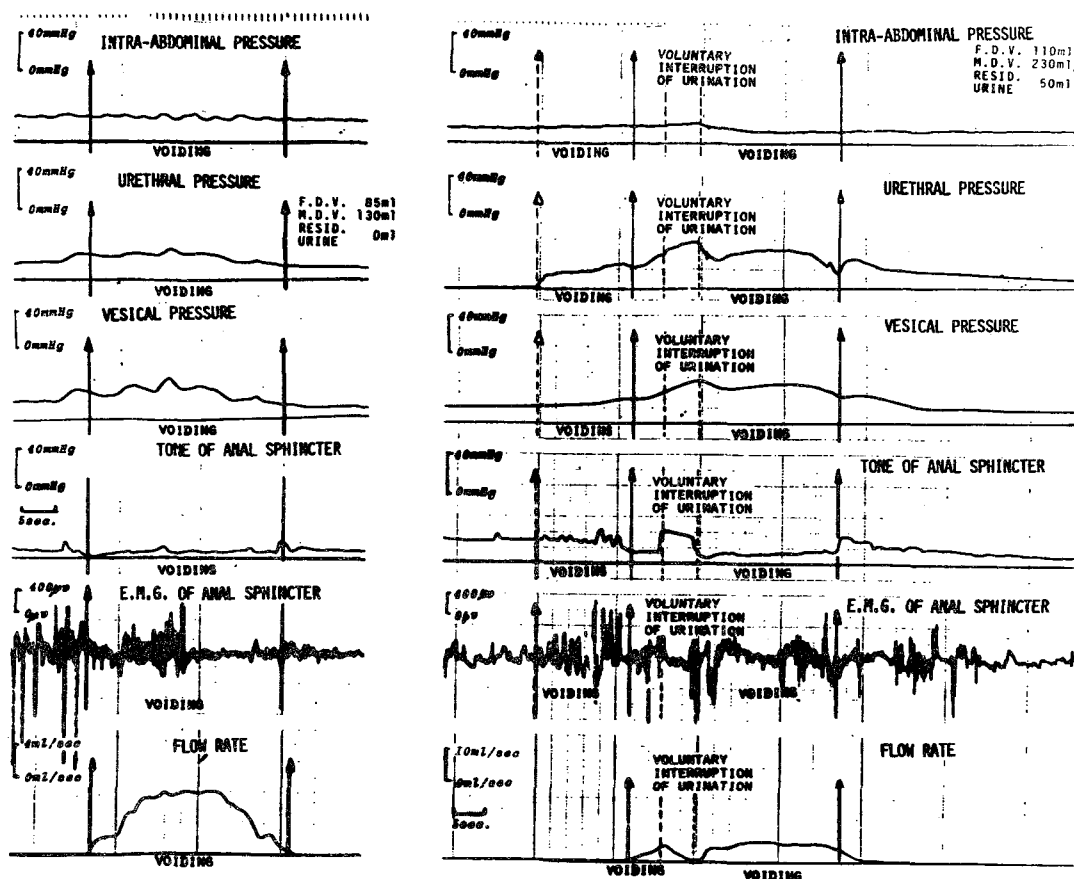


Fig. 10-B. V.U.D. curves immediately after intraspinal operation. Although detrusor-external urethral sphincter dyssynergia was represented, urination was possible without abdominal straining. Because of immediately after the operation, it was shown that the contraction of anal sphincter was decreasing to some degree.

Pabd-max ↑, ⑭ Panal-max ↑, ⑮ Panal-min ↓, ⑰ Qmax ↓ が認められた。Fig. 11-B は術直後の VUD 波形であり、その排尿因子波形は術前と類似しているが、術前に比べ排尿パラメーターの測定値で ⑩ Pb-max ↓, ⑬ Pabd-max ↓, ⑭ Panal-max ↓, ⑰ Qmax ↑ が認められた。Fig. 11-C は術後 6 カ月目の VUD 波形である。強い腹圧排尿のため直腸・肛門用バルーンが排尿努力時に抜け落ちた。尿道圧波形で上昇が認められ、排尿期間中の膀胱頸部の開大不全が改善されていると推測された。Fig. 11-D は術後 2 年目の VUD 波形である。術前の排尿因子波形に類似しているが、腹腔内圧曲線に比べ膀胱圧曲線は高く、利尿筋の収縮力の出現が認められる。術後一時改善された利尿筋-膀胱頸部共同不全が出現してきており、利尿筋-外尿道括約筋共同不全も同様に存在している。排尿は腹圧排尿パターンを示しているが、断続的排尿状態は改善されてきており、連続した一回の排尿が可能とな

りつつある。本症例では排尿状態の著明な改善は認められなかったが、蓄尿期間中の膀胱内圧曲線では改善が認められた。

Fig. 12 は本症例の蓄尿時膀胱内圧測定図である。Fig. 12-A は術前の波形であり、高緊張型自律型神経因性膀胱波形である。術直後の波形は術前に比べあまり変化がないが (Fig. 12-B), 術後 1 年目の波形では蓄尿期間中の膀胱内圧曲線の上昇勾配が小さくなってきている (Fig. 12-C-i)。Bethanecol supersensitivity test は陽性を示した (Fig. 12-C-ii)。術後 2 年目の波形では、術前波形に比べ正常膀胱内圧曲線に近づいてきている (Fig. 12-D)。

Fig. 13 は術後に著明な改善が認められず、術後 3 年目の IVP で腎盂腎杯の拡張が認められた症例での尿力学的検査所見である。症例は尿失禁、再発性尿路感染症を訴えて来院した 15 歳男児で、myelography および術中所見より low-placed conus medullaris と

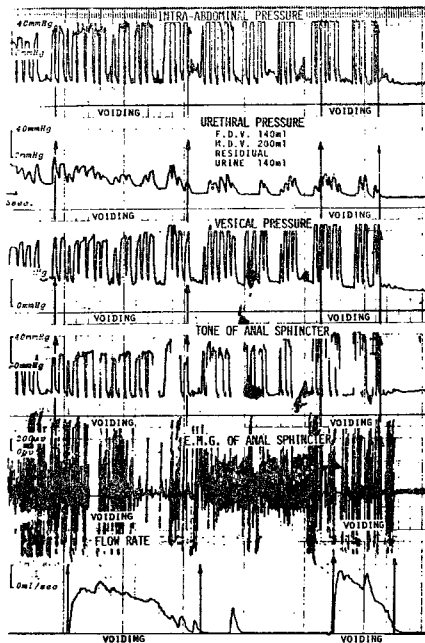


Fig. 11-A

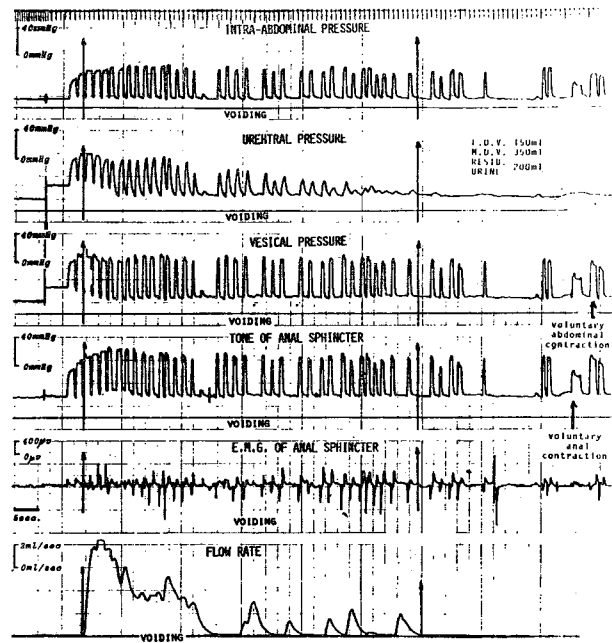


Fig. 11-B

Fig. 11. Long term observation with V.U.D. in typical tethered cord syndrome. Case: 16yrs. old, female subject. C.C.: Urinary and fecal incontinence. Diag.: Low-placed conus medullaris and adhesion of cauda equina.

Fig. 11-A. V.U.D. curves before intraspinal operation. It was found that the micturition was performed due to the abdominal straining, since the intra-abdominal pressure curve has the same pattern as the vesical pressure curve. It was recognized that three-stage urination was acted and that the urethral pressure curve was lowered as compared with markedly elevated vesical pressure (detrusor vesical neck dyssynergia) and anal sphincter tone curve was similar to vesical pressure curve (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia). The results of high resistance at two segments in lower urinary tract and decreased urinary stream was manifested. Measured voiding parameters demonstrated following abnormal values: Pabd-max ↑, Pb-max ↑, Panal-max ↑, Qmax ↓.

Fig. 11-B. V.U.D. curves in the immediate postoperative period. Voiding pattern was same as Fig. 11-A, but it was found that voiding parameters of intra-abdominal and of vesical pressure were reduced in comparison with pre-operative parameters. Flow rate parameters were elevated.

診断された。Fig. 13-A は術前の VUD 波形であり、腹圧排尿のため直腸-肛門圧測定用バルーンが抜け落ちたため、腹腔内圧、肛門括約筋トーン波の測定はなしであった。排尿期間中、高い排尿圧に比べ尿道圧は低く（利尿筋-膀胱頸部共同不全）、肛門括約筋電図にも干渉波形が認められ（利尿筋-外尿道括約筋共同不全）、Fig. 10 で示した症例と同様に下部尿路で主として2カ所の抵抗が存在すると考えられる。尿流量率曲線も断続的平坦状波形を示している。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑、⑳ Qmax ↓が認められた。Fig. 13-B は術後3年目の VUD 波形

である。膀胱圧波形と腹腔内圧波形とは同一波形であることがわかる。3年前と比較して尿道圧での著しい上昇が認められる。しかし排尿期間中に肛門括約筋トーン波の上昇が存在する（利尿筋-外尿道括約筋共同不全）。尿流量率曲線も低い。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑、⑪ Pu-max ↑、⑫ Pabd-max ↑、⑬ Panal-min ↑、⑭ Qmax ↓が認められた。Fig. 13-C は術後3年目の蓄尿期間中の膀胱圧、肛門括約筋電図および尿流量の同時測定波形である。膀胱圧は高緊張型自律神経性膀胱波形を呈し、肛門括約筋電図は膀胱圧が軽度上昇するごとに強い干渉波

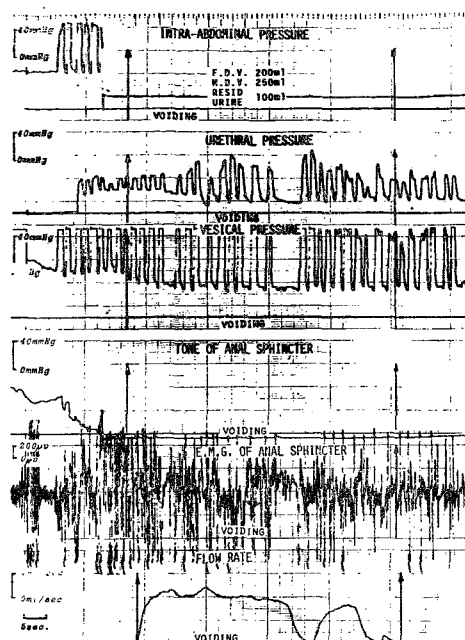


Fig. 11-C

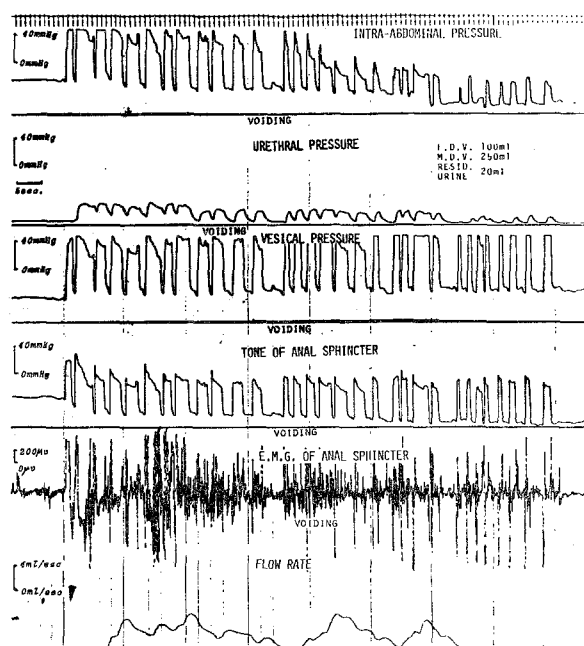


Fig. 11-D

Fig. 11-C. V.U.D. curve in the 6th postoperative month. Because of abdominal straining, the rectoanal pressure balloons were removed during the micturition. Elevated urethral pressure curve was observed during the micturition and hence, it was suggested that the improvement at the vesical neck dyssynergia was present.

Fig. 11-D. V.U.D. curves in the 2nd postoperative year. It was revealed that V.U.D. curves in the 2nd postoperative year were same as before the operation, but that the vesical pressure curve was higher than the intra-abdominal pressure curve and then the detrusor contraction was beginning to appear at this period. The curve of anal sphincter tone resembled to vesical pressure curve (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia). On the other hand, it was exhibited that the urethral pressure curve at this period was the lowest of the urethral pressure curves in the each postoperative period. For that reason, it was suggested that detrusor-vesical neck dyssynergia was present.

形を示している。これは膀胱頸部～中枢側尿道の弛緩による尿失禁を防止するために、外尿道括約筋が収縮して生じた筋電図干渉波形と考えられる。Fig. 13-Dは本症候群の仙髄神経反射検査波形であり、種々の外陰部～肛門部位の皮膚および粘膜の刺激に対する肛門括約筋筋電図の反応は良好である。

Fig. 14とFig. 15は牽引除去後に著明に改善が認められた症例のVUD波形である。両症例ともtight filum terminaleであり、排尿障害出現後手術施行までの期間は短かった。

Fig. 14-Aは再発性尿路感染症、尿失禁、腰痛を訴えて来院した13歳女児例のVUD波形であり、腹圧排尿であることがわかる。排尿期間中に肛門括約筋トーン曲線が上昇が認められ(利尿筋-外尿道括約筋共同不全)、高い膀胱圧に比べ尿道圧は低く、膀胱頸

部でのenergy喪失が認められる(利尿筋-膀胱頸部共同不全)。とくに膀胱頸部での開口が十分ではないが、一度膀胱頸部が開口すると排尿は維持される。尿流量率曲線は断続的鋸歯状波形を示している。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑, ⑬ Pabd-max ↑, ⑭ Qmax ↓が認められる(Fig. 14-A)。本症例は術後遺尿は全く消失し、尿路感染も術後4カ月以後全く消失した。Fig. 14-Bは術直後のVUD波形であり、排尿前後の肛門括約筋トーン曲線で弛緩が十分でないことを認める以外は排尿因子波形では全く正常であり、また各排尿因子間の排尿因子波形の協調性も良好である。全排尿パラメーターの測定値も正常である。Fig. 14-Cは術後6カ月目のVUD波形である。Fig. 14-C-iでは、排尿前より肛門括約筋トーン曲線の弛緩が認められ、排尿後に収縮が認められ

Fig. 12-A

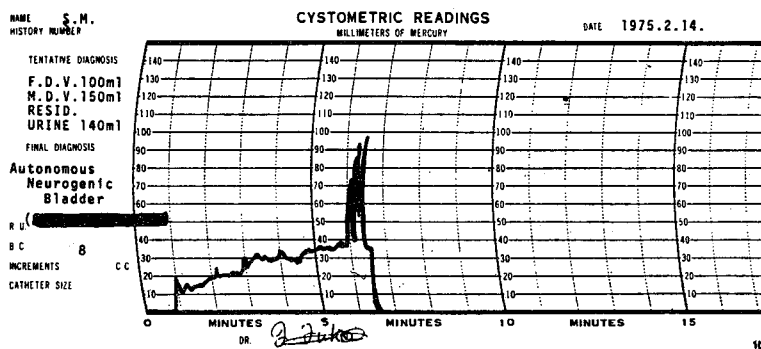


Fig. 12-B

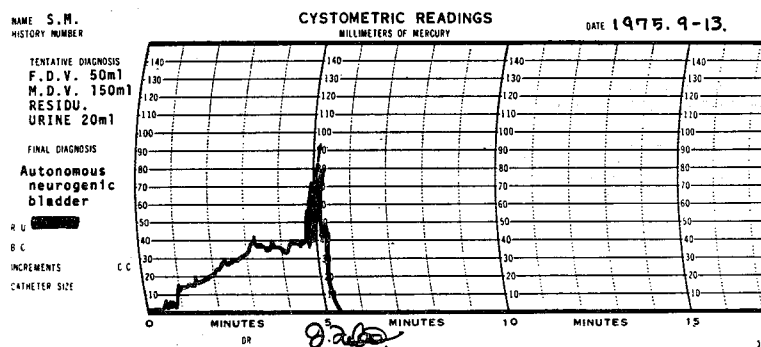


Fig. 12. Filling cystometrogram by Lewis' method in the same subject as shown in Fig. 11.

Fig. 12-A. Filling cystometrogram on the pre-operation. It was found that this cystometric pattern was hypertonic.

Fig. 12-B. Filling cystometrogram in the immediate post-operative period. This cystometrogram resembled the pre-operative cystometrogram.

る。以上より骨盤床筋群の機能が正常に戻りつつあると推測される。Fig. 14-C-ii) は随意排尿中断時の VUD 波形であるが、排尿中断は骨盤床筋群の収縮によりなされており、術後6か月では、ほぼ骨盤床筋群の機能が正常に戻りつつあることが、この波形からも推測される。Fig. 14-D は骨盤床筋群の機能が正常か否かをさらに確認するために施行された仙髄神経反射検査図である。外陰部～肛門部の種々の皮膚または粘膜の刺激に対する肛門括約筋電図での反応は全く正常であり、仙髄機能には障害は認められない。

Fig. 15 は Fig. 14 と同様に牽引除去後、著明な改善が認められた症例の VUD 波形である。症例は尿失禁を訴えた8歳女児であり、myelography および手術所見より tight filum terminale の診断がなされた。Fig. 15-A は術前の VUD 波形であり、腹圧排尿をなしていることがわかる。本症例では尿道圧波形も高く、これは排尿時膀胱尿道造影像でも膀胱頸部の開大が大であり、wide bladder neck syndrome のごとき像を呈していた。排尿期間中肛門括約筋トーン

曲線での上昇、すなわち骨盤床筋群の上昇が認められ(利尿筋-外尿道括約筋共同不全)、尿道膜様部での抵抗増大が推測された。排尿パラメーターの測定値では、⑩ Pb-max ↑, ⑪ Pu-max ↑, ⑬ Pabd-max ↑, ⑭ Qmax ↓ が認められる。Fig. 15-B は術後6か月目の VUD 波形である。Fig. 15-B-i) で認められるごとく、術前の波形に比べ、尿道圧曲線は正常の高さとなった。しかし肛門括約筋トーン波では、排尿期間中の弛緩が不十分であることが認められた。Fig. 15-B-ii) は随意排尿中断時の VUD 波形である。肛門括約筋トーン曲線、すなわち骨盤床筋群の排尿前後の収縮、弛緩も良好であり、排尿波形も正常で、各排尿因子波形間の協調性も良好である。Fig. 15-C は術後1年目の VUD 波形であり、ほぼ正常の波形を示している。

#### IV. 考 察

潜在性二分脊椎に合併した先天性神経因性膀胱については、従来よりその存在は指摘されてきているが、本疾患の蓄尿時や排尿時の障害の病態像を明らかにし

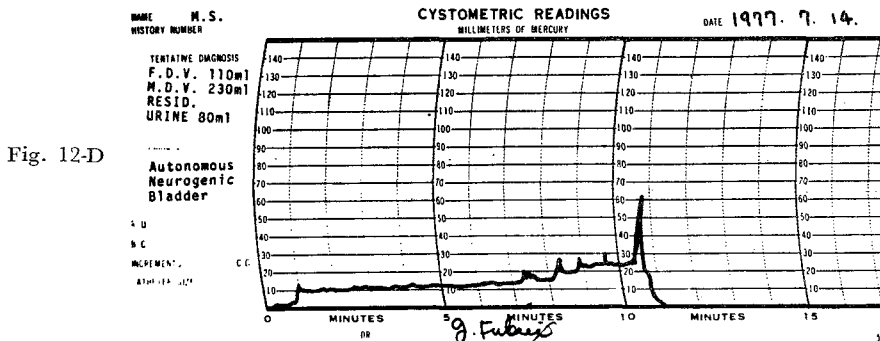
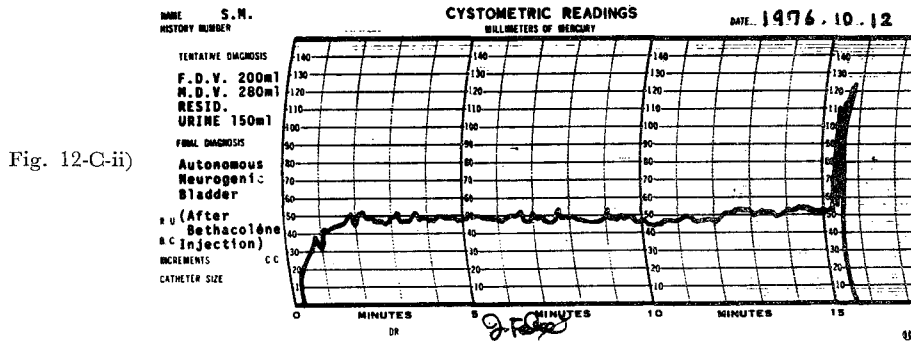
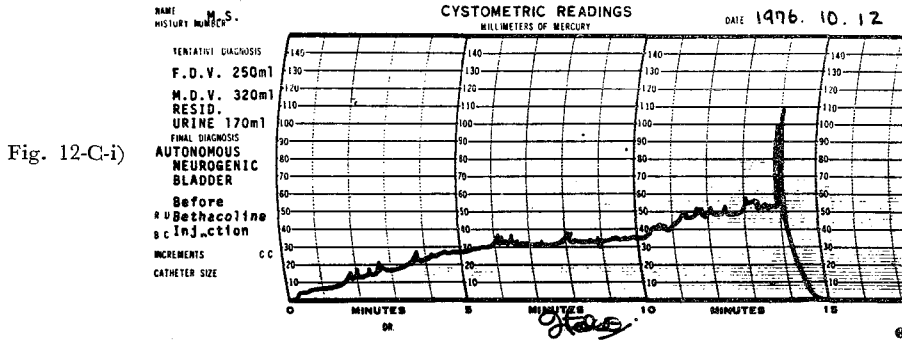


Fig. 12-C: Filling cystometrogram in the first post-operative year.

Fig. 12-C-i). This cystometrogram exhibited that the pressure rising gradient was more gentle than in the pre-operative or immediate post-operative period.

Fig. 12-C-ii). Bethanecol supersensitivity test was represented "positive".

Fig. 12-D. V.U.D. curves in the 2nd post-operative year. This cystometrogram reached near the normal pattern.

た報告<sup>2,6,7)</sup>はきわめて少ない。従来より先天性神経因性膀胱には種々の検査法が用いられてきており、ことに本症候群の確定診断には myelography が必要であることは指摘<sup>2,6,7,9)</sup>されているが、本症の病態を明らかにするには必ずしも十分ではなかったと思われる。われわれはすでに報告<sup>2)</sup>したごとく、本症の検査法として最適とされた尿水力学的<sup>10-12)</sup> および電気生理学的検査法<sup>2,3,8,13)</sup>を用いて、本症の病態を追求し、診断お

よび治療前後の経過観察をおこなってきた。本症の病態を把握するためには、多数の排尿因子を同時に測定しうる排尿時尿水力学的検査法 (voiding urodynamic examination: 以下 VUD と略す) が最も有力であった。以下にこれらの点についての検討を述べることにする。

#### 1. 測定方法の選択について

再発性、難治性尿路感染や遺尿などを訴えて来院し



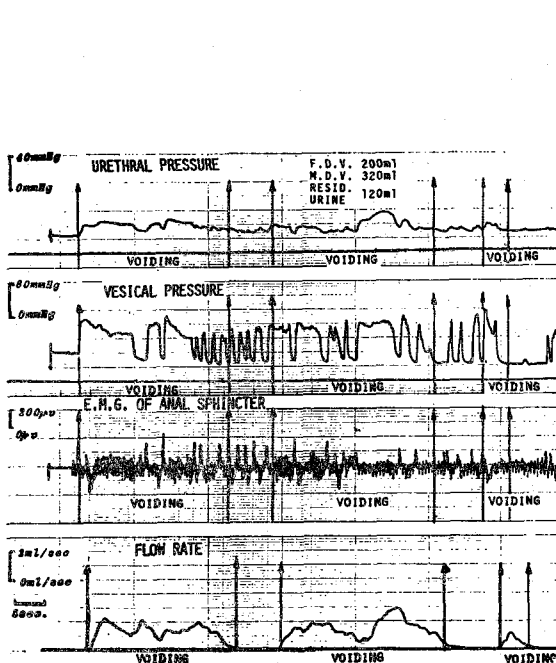


Fig. 13-A

Fig. 13. V.U.D. curves of the patient in whom the improvement of symptoms were not shown. Case: 15yrs. old, boy. C.C.: Urinary incontinence and recurrent urinary tract infection. Diag: Low-placed conus medullaris.

Fig. 13-A. V.U.D. curves before the operation. The balloons for the measurement of the rectal and the anal pressure were removed by the strong abdominal straining during the initial micturition. The urethral pressure curve was considerably low as compared with high vesical pressure during the micturition. Hence it was suggested that the detrusor - vesical neck dyssynergia was presented. Since the interference discharge was demonstrated at the anal sphincter EMG during the micturition, detrusor-external urethral sphincter dyssynergia was highly suggested. Urinary flow rate curve revealed a curve of intermittent low hill-like shape. Voiding parameter values were as follows: Pb-max ↑, Qmax ↓.

Fig. 13-B. V.U.D. curves in the 3rd postoperative year. It was seen from these V.U.D. curves that the curves of markedly elevated vesical and urethral pressure were demonstrated and the micturition was dependent upon the abdominal straining. As the opening mechanism in the vesical neck was remarkably excellent it was estimated that the part of urethral resistance was external urethral sphincter region. Flow rate curve was lowered. In spite of the treatment, administration of the detrusor contractile drugs and striated muscle relaxant, bedwetting of his subjective symptom was persistent. It was found that the stress incontinence was occurred with the abdominal straining, and that his upper urinary tract was dilated. By the administration of anticholinesterase (Ubretid), bethanecol chloride, tolperisone (Musculm), and phenoxybenzamine, little improvement of the micturition was shown. At present his treatments are performed with the administration of phenoxybenzamine and self catheterization. Voiding parameter values were as follows: Pb-max ↑, Pu-max ↑, Qmax ↓.

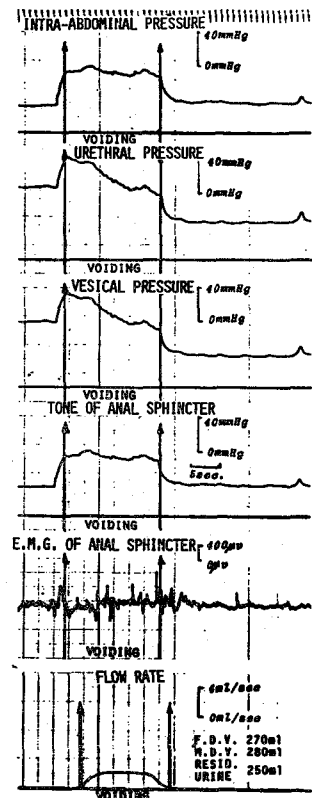


Fig. 13-B

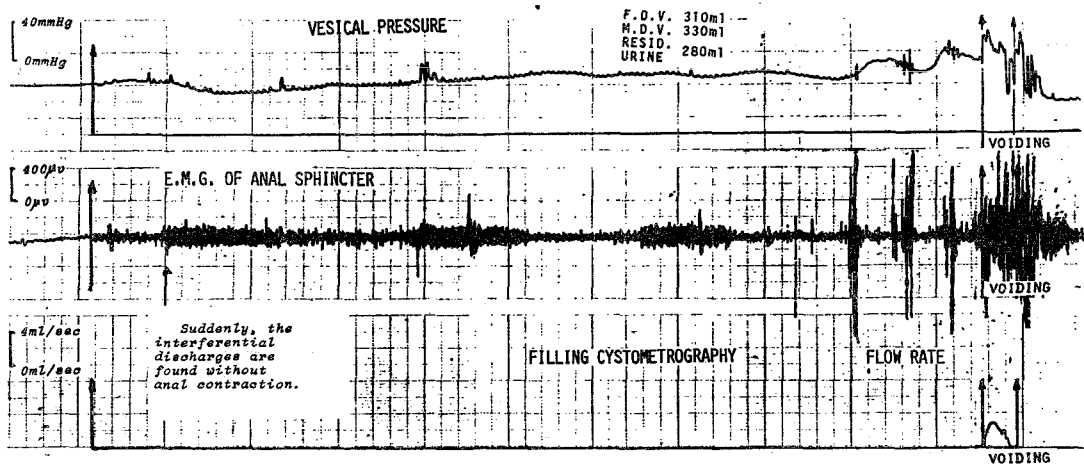


Fig. 13-C. Simultaneous recording of vesical pressure, EMG of anal sphincter and flow rate during the storing and voiding phase. The vesical pressure curve revealed hypertonic type and EMG of anal sphincter demonstrated interference discharges during the elevated vesical pressure. It was reasonable to presume that the external urethral sphincter contracted involitionally for the purpose of the urinary continence when the inflow of vesical urine was occurred.

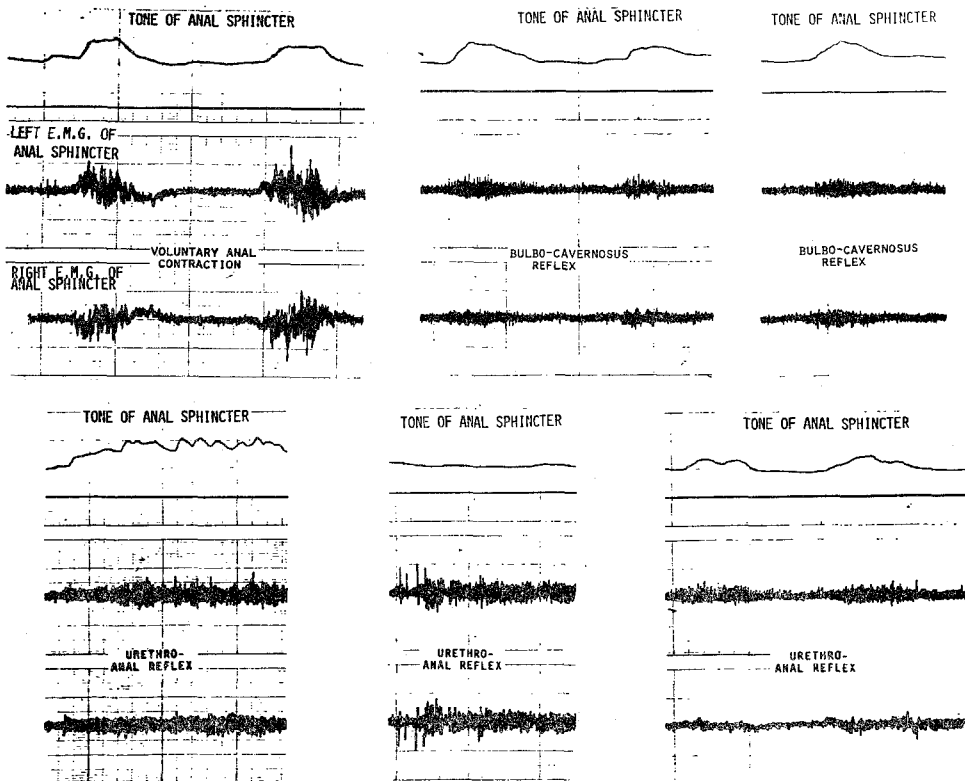


Fig. 13-D. Postoperative investigation for the sacral reflex activity in this subject. These tests were within the normal limit.

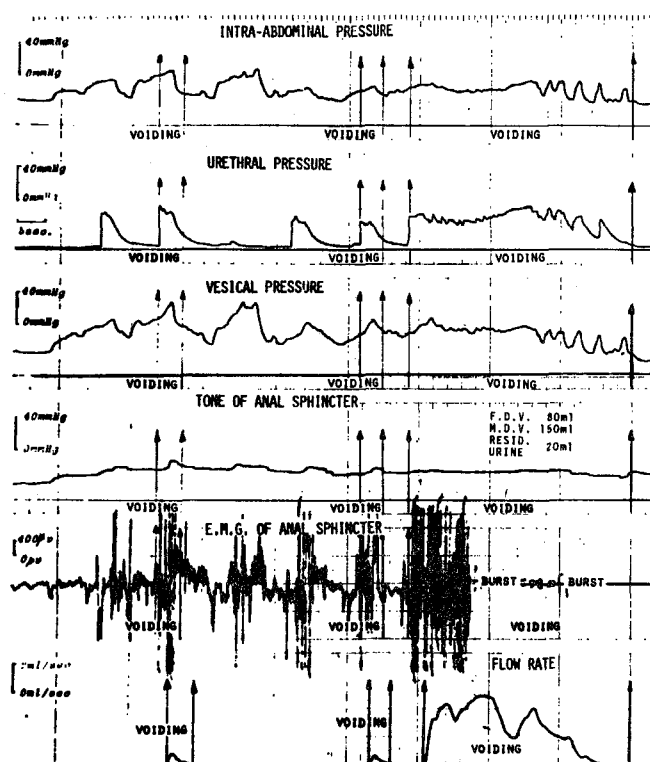


Fig. 14-A

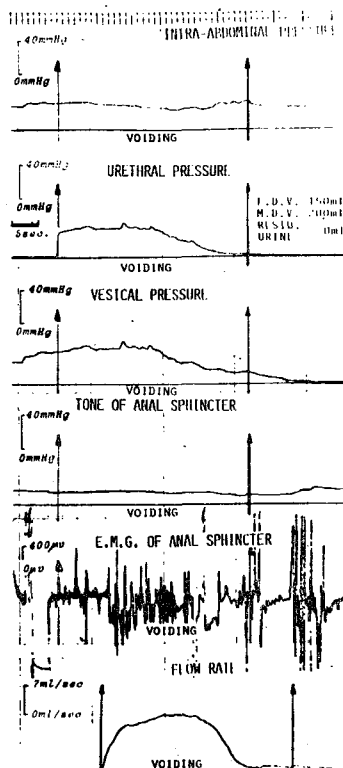


Fig. 14-B

Fig. 14. V.U.D. curves of the subject who revealed markedly improvement after intra-spinal surgery. Case: 13yrs. old, girl. C.C.: Enuresis nocturna et diurna and recurrent urinary tract infection. Diag.: Tight filum terminale.

Fig. 14-A. Preoperative V.U.D. curves of this subject. Vesical pressure curve resembled intraabdominal pressure curve during the micturition. Therefore it was seen from the chart that this voiding was dependent to the abdominal straining. The elevated anal sphincter tone was revealed during the micturition (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia), and the urethral pressure was markedly lowered as comparison with the high vesical pressure (detrusor-vesical neck dyssynergia). Particularly, the opening mechanism in vesical neck was insufficient. But the micturition was maintained if the vesical neck was opened. The urine flow rate curve was demonstrated to be of intermittent serrated type. Voiding parameter values were as follows: Pabd-max ↑, Pb-max ↑, Qmax ↓.

Fig. 14-B. V.U.D. curves immediately postoperative period. Enuresis nocturna et diurna disappeared completely in the immediate postoperative period. Recurrent urinary tract infection also disappeared four months after the intra-spinal operation. Coordination among the voiding factors was maintained throughout the duration of the micturition. Except for insufficient relaxation and contraction of anal sphincter before and after the urination, each voiding parameter was normal.

た患者に、mechanical または functional obstruction があるのか、neurogenic dysfunction があるのかを区別することが重要となる。とくに functional obstruction と neurogenic dysfunction との間の区別は困難なことが多く、両者の間に移行の多いことはすでに指摘<sup>14,15)</sup>したごとくである。

排尿障害の追求には、排尿状態で測定する尿水力学

的検査法を用い、尿失禁など蓄尿時の追求には尿道圧 profile 法 (UPP) や Lewis または佐藤式膀胱内圧測定法、逆行性尿道抵抗測定法を用いるのが適当と考えられる。排尿時尿水力学検査法としては従来より尿流量率測定法がよく使用されてきたが、最近では極力多くの排尿因子を同時に測定し、障害を多面から評価する方法<sup>1,3,4,10)</sup>が必要であることが認識されてきた。

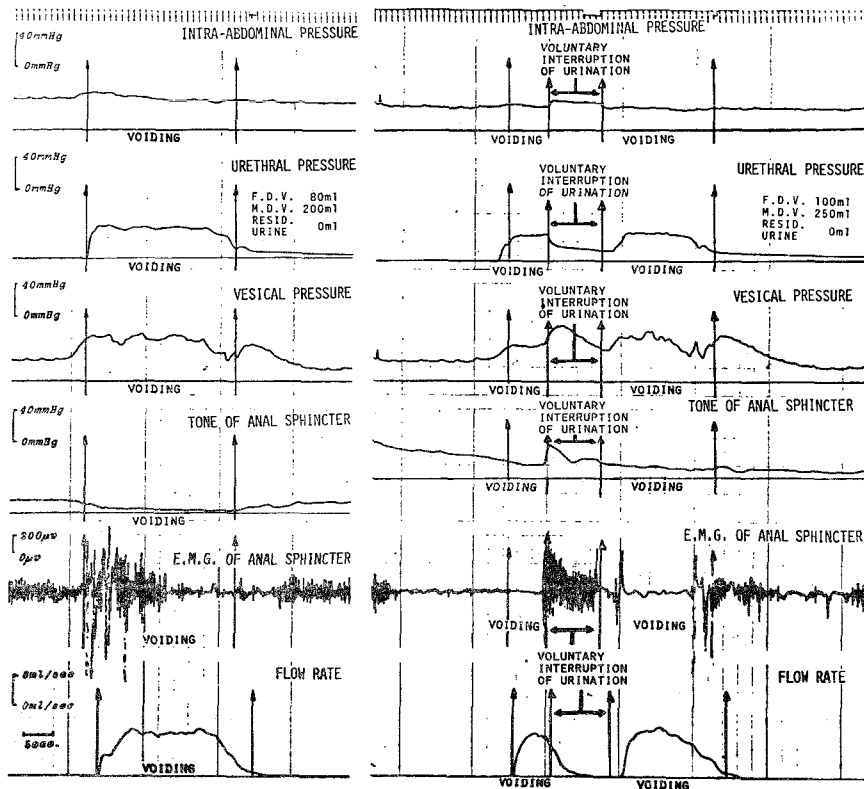


Fig. 14-C-i)

Fig. 14-C-ii)

Fig. 14-C-i). V.U.D. curves after 6 months of the intraspinal operation. The relaxation of anal sphincter during the micturition was indicated.

Fig. 14-C-ii). V.U.D. curves during starting and stopping the urinary stream volitionally after 6 months of the operation. The volitional interruption of urination was performed by the contraction of the pelvic floor musculature.

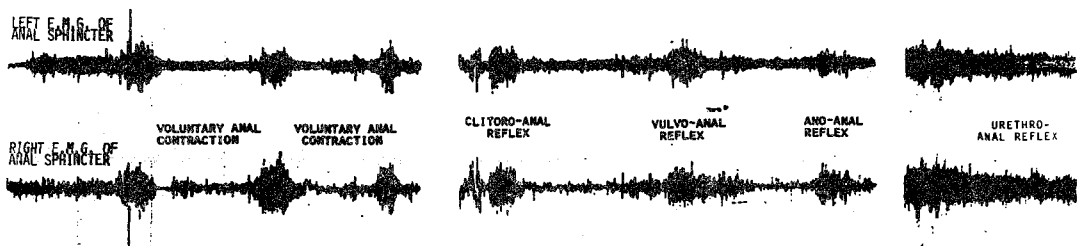


Fig. 14-D. The investigation of sacral reflex activity in this subject after 6 months of the operation. All sacral reflex tests were within the normal range and the sacral reflex activity exhibited normal function.

われわれは排尿障害症例には6チャンネルポリグラフを用いたVUD測定法を施行し、尿失禁症例にはLewis式または佐藤式膀胱内圧測定法およびUPP法などを使用している。また仙髄排尿中枢の障害程度決定のため、左右別々に導出した肛門括約筋電図を利用した仙髄神経反射検査法を併用した。また本検査法施行時に会陰部～外陰部～肛門部領域のdermatome

も施行している。

なお膀胱内に冷・温水を注入し、温度知覚の有否、すなわち求心性線維の損傷の有無に基いて、脊髓内手術の適応を決めている報告<sup>7)</sup>もある。

2. 尿水力学的検査法による術前診断および術後改善度について

A. 蓄尿期間中の尿水力学的検査法による術前・術

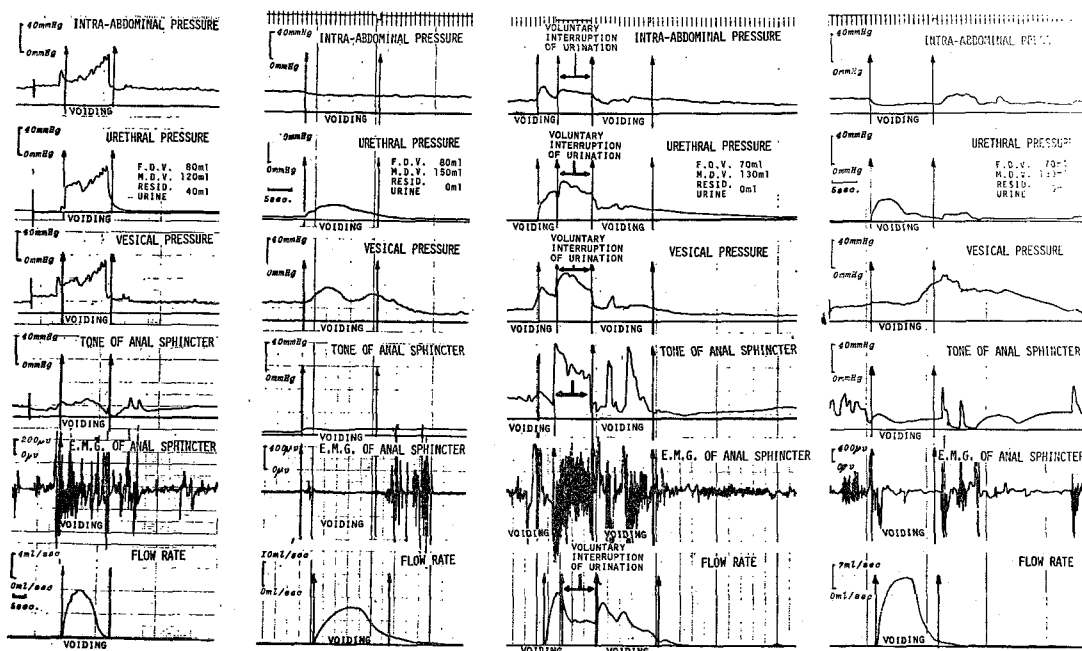


Fig. 15-A

Fig. 15-B-i)

Fig. 15-B-ii)

Fig. 15-C

Fig. 15. V.U.D. curves of the patient in which appreciable improvement was demonstrated. Case: 8yrs. old, girl. C.C.: Enuresis nocturna et diurna. Diag.: Low-placed conus medullaris and adhesion of cauda equina.

Fig. 15-A. Since the vesical pressure and intraabdominal pressure curve were similar and high, it was suggested that the micturition was dependent upon the abdominal straining. Urethral pressure curve resembled vesical pressure curve and were high. According to these findings, it was presumed that excessive opening of vesical neck and strong urethral resistance due to detrusor-external urethral sphincter dyssynergia were present during micturition. Voiding parameter values were as follows: Pb-max ↑, Pu-max ↑, Pabd-max ↑, Qmax ↓.

Fig. 15-B. V.U.D. curves after 6 months of the operation.

Fig. 15-B-i). Vesical and urethral pressure curve were descendent as compared with before the operation, but the curve of anal sphincter tone showed insufficient relaxation during the micturition.

Fig. 15-B-ii). Although the voluntary interruption of urination was done with the contraction of pelvic floor musculature, the complete stopping of urination was not performed.

Fig. 15-C. V.U.D. curves after 1 year of the intraspinal operation. Voiding curves were normal and the co-ordination among the V.U.D. curves was thoroughly maintained. All voiding parameter values were within normal limits.

#### 後の評価

i) Lewis' cystometrogram では、かなりの症例が自律型の高緊張膀胱を示した。また核上型神経因性膀胱も少数認められた。術後は正常波形に近づく症例が多かった。

ii) 尿道内圧曲線 (UPP) では、膀胱充満時の測定で、外尿道括約筋部での圧の低下を一部症例で認められたが、波形の型および測定パラメーター値では大半が正常範囲内であった。本症候群は脊髄膜瘤症例などとは異なり、神経因性膀胱の程度は軽く、骨盤床を

支配する陰部神経の損傷も軽いためと考えられる。丸<sup>16)</sup>によると、正常群と慢性期脊髄損傷群とを UPP 法を用いて比較し、① UPP と肛門括約筋緊張および球海綿体反射の有無との間には相関が認められない。②後部尿道の長さが短くなっている、③外括約筋部圧は 23.9 mmHg と軽度低下している。④前部尿道曲線上に wave や spike が記録されることが多いという。

B. 排尿時尿力学的検査法 (VUD) による術前・術後の評価

本症候群の VUD 測定の結果、主として膀胱圧（排尿圧）、腹腔内圧、尿流量率波形で以下に示すごとき特徴が見出された。

i) 腹腔内圧 (Pabd)

術前診断において：各排尿パラメーターの統計処理の結果、術前では腹腔内圧を利用して高い排尿圧を得ていることがわかった。排尿開始時では、利尿筋の収縮不全と膀胱頸部の開口不全とがあり、排尿期間中では、さらに利尿筋-外尿道括約筋共同不全による尿道抵抗も加わるので、これらに打ち勝つために腹腔内圧が利用されているものと考えられる。腹圧排尿の程度は仙髄排尿中枢、骨盤神経および陰部神経の障害程度によると考えられる。女児では正常例でも軽度腹圧を利用して排尿することが認められているが、男児では正常例では腹圧を利用しない。腹圧排尿は神経因性膀胱では自律型膀胱の特徴であることはすでに報告<sup>3,12)</sup>されている。

術後の経過観察において：腹腔内圧の術後の変遷として、著明な圧の減少を認めた。また排尿圧の中の腹腔内圧の占める割合が小さくなってきていることが見出された。これは前述したごとき尿道抵抗の減少（低い圧で排尿可能となったこと）と利尿筋の収縮力が回復してきたことによるものと思われる。

ii) 膀胱内圧（排尿圧 Pb）

術前診断において：排尿パラメーターの統計結果からは、排尿開始時の膀胱頸部の開口と排尿期間中の膀胱頸部の開大とに大きな energy が必要であり（利尿筋-膀胱頸部共同不全）、かつ尿道膜様部での energy の喪失があることも認められる（利尿筋-外尿道括約筋共同不全）。これらの大きい尿道抵抗に打ち勝って排尿を維持せんがためには、高い排尿圧が必要となる。しかし本症候群では障害部位が下位排尿中枢部位（仙髄排尿中枢）を含むことが多く、利尿筋機能も損傷を受けている症例が多い。これは利尿筋機能を示すパラメーターである「利尿筋収縮力比」( $Pb-max - Pabd-max / Pb-max$ ) および「真の排尿圧比」( $Pb-max - Pb-rest / Pb-max$ ) の値が正常群に比べ「有意差」をもって小さいことより立証されている。すなわち高い排尿圧を得るために、腹腔内圧を利用しているものである。われわれの報告と同様、脊髄髄膜瘤を有する先天性神経因性膀胱症例では、排尿期間中低緊張型膀胱であるとしている報告<sup>17)</sup>もある。また逆に利尿筋の収縮力が存在するとしている報告<sup>18)</sup>もあるが、腹腔内圧測定が施行されておらず、その排尿波形より推定するとわれわれの Fig. 6 および Fig. 8-A の排尿因子波形（膀胱圧波形）と類似しており、利尿筋の収縮力の存

在というよりむしろ腹圧排尿波形と推定される。

術後の経過観察において：膀胱頸部の開大不全は、6 カ月後再び悪化の傾向をとる。これは術直後では手術侵襲による神経障害により一過性の膀胱頸部無力化と、術後 6 カ月目での測定対象例数が少ないため改善度の悪い一部症例の影響が大きく出たためと考えられる。

最大排尿圧 (Pb-max) に関しては、術後圧の減少が認められるが、腹腔内圧に比べ低下の割合は緩徐である。最大排尿圧の低下は尿道抵抗が術後小さくなり、低い排尿圧でも排尿が可能となったことを反映しているものと思われる。また腹腔内圧に比べその減少の割合が減少し、利尿筋の収縮圧が増大してきたことを反映していると考えられる。

神経因性膀胱の治療上の主たる目的の一つは、低い排尿圧で膀胱を完全に空にすることにある。VUR の有無にかかわらず長期間排尿圧が高いと、上部尿路の拡張を生じ、腎機能の悪化をきたすことは指摘<sup>7)</sup>されてきた。われわれも排尿圧の低下が認められた 3 年経過症例 (Fig. 13) で同様の経験をしている。したがって本症候群の術後経過において排尿圧が減少傾向を示していることは、良好な結果ということができよう。

iii) 尿流量率 (Q)

術前診断において：本症候群では前述のごとく、主として膀胱頸部および外尿道括約筋部の 2 カ所に抵抗部位が存在する。これらの部位の大きい抵抗に打ち勝って排尿せんがために高い排尿圧を必要としているが、これらの部位での energy の喪失が大きいいため、尿流量率は総体的に低値である。ただ腹圧排尿によるためか、排尿開始後 1 秒尿流量率 ( $Q_{1-sec}$ ) は正常値下限を示していた。

術後の経過観察において：術直後尿流量率の改善が認められるが、6 カ月後では逆に低下を認めた。これは前述のごとく 6 カ月後の症例が少なく、一部の改善度の低い症例の影響が強く出現したためと思われる。排尿波形も改善を認める症例では、断続的台形波形より釣鐘状波形へと改善が認められた。

iv) 尿道抵抗（最小尿道抵抗値 Rmin）

本症候群の尿道抵抗の部位は、主として膀胱頸部と尿道外括約筋部で、このうちでも膀胱頸部が主であるが、排尿期間中に骨盤床筋群の収縮が認められる状態、すなわち利尿筋-外尿道括約筋共同不全の出現率が 62.2% と高いことより、外尿道括約筋部の抵抗も無視できない。とくに Fig. 12 のごとき膀胱頸部が無力化した症例では、外括約筋部分によって尿の continence

が保たれていると考えられ、覚醒時でのみ尿の調節が可能である。このような症例では腹圧が加わることにより尿の continence を保つために外括約筋が収縮していると考えられ、損傷されずに残存している外括約筋が著明に hyperactivity 状態となっていると推定される。もちろん本症候群では仙髄排尿中枢の障害が存在するゆえ、陰部神経の支配を受けているこれらの部位の筋トーンは低下していると考えられる。しかしすでに報告<sup>2)</sup>したごとく、本症候群では左右いずれかの denervation であり、たとえ両側の陰部神経の障害が認められても不完全な denervation であるため、不十分ながらもかなりの筋活動が残存している症例が多く認められた。脊髄髄膜瘤を有する小児の外尿道括約筋部位を挙げている報告<sup>18,19)</sup>もある。また Diokno ら<sup>20)</sup>は完全な陰部神経の denervation により pelvic floor の弛緩が起り、著しく小さい stress でも尿失禁を生ずることを指摘しているが、われわれの経験した46症例の中ではそのような症例は認められなかった。

「利尿筋-膀胱頸部共同不全」の発生機序についてはすでに報告<sup>3)</sup>したごとくである。本症候群においてこの共同不全が生ずる原因はまだよくわかっていない。利尿筋の収縮は主として副交感神経性の骨盤神経の支配を受け<sup>21)</sup>、膀胱三角部～膀胱頸部後面～中枢側尿道は交感神経性(α線維)の下腹神経の支配を受けている<sup>22-24)</sup>ことを考慮すると(もちろん下部尿路の平滑筋は二重神経支配であるが)、胸髄下部～腰髄上部に由来する下腹神経は本症候群では障害程度が少ないと推測される。さらに骨盤神経障害のため、下腹神経の抑制が不十分となり、交感神経作用が大きく出現し、このため膀胱頸部での抵抗がより一層大きくなったとも推測される。一方仙髄排尿中枢の障害のため、膀胱、尿道の支配神経の障害が存在するゆえに、膀胱・膀胱頸部・尿道の間の筋の共同作用が障害されている。以上のことより、仙髄排尿中枢障害により影響を受ける骨盤床筋群よりも、ほとんど影響を受けないで残っている膀胱頸部～中枢側尿道の抵抗がより著明に出現すると推測される。

脊髄膀胱に生じやすいとされる Schramm の現象<sup>24)</sup>は、膀胱頸部の張力低下により起るとされているが、単に膀胱頸部の平滑筋の問題でなく、解剖学的にも指摘<sup>4)</sup>されているごとく paraurethral striated muscle が膀胱頸部付近まで存在することおよび横紋筋性の骨盤床筋群が尿道～膀胱頸部の周辺を囲んでいること、膀胱頸部の平滑筋構成の特殊性および交感性、副交感性の自律神経支配と体性神経性の陰部神経支配という複雑な神経支配も考慮して、この現象を考える必要が

あると思われる。

外尿道括約筋の神経支配についてはすでに報告<sup>3)</sup>したごとく、現在では三重神経支配説<sup>26,27)</sup>が有力であり、したがって利尿筋-外尿道括約筋共同不全の出現の機構もかなり複雑となる。この共同不全の出現機構についてはすでに報告<sup>3)</sup>したので省略する。

以上のごとく自律型神経因性膀胱では、膀胱頸部～後部尿道全体で energy の喪失が認められ、このうちとくに膀胱頸部での抵抗が大であり、さらに外尿道括約筋部分での抵抗も推定された。われわれの測定法と同様に先天性神経因性膀胱では尿道抵抗の測定が有意義であるとする報告<sup>19)</sup>がある。

術後の経過観察において：本症候群の術後では、尿道抵抗ではかなりの改善が認められた。これは膀胱頸部の開大不全および外尿道括約筋部の開大不全が改善されつつあることを反映しているものと推定される。膀胱頸部での抵抗(排尿圧に対する開大率など)や外尿道括約筋弛緩不全の出現率では変化がないが、総体的に排尿圧が低くても尿流を維持できることがこのことを裏付けているものと思われる。

#### v) 随意排尿中断時の排尿因子波形についての検討

術前診断において：排尿中の随意排尿中断能力の有無は、骨盤床筋群の収縮力の有無および利尿筋収縮抑制能力の有無に密接に関連した重要問題と考えられる。一般に随意排尿中断を命ずると正常例では肛門括約筋トーンの上昇と筋電図で著明な spike 放電の増加と振幅の増大とが認められるが、同時に一過性に膀胱圧の上昇が認められ、尿流量率の減少～停止が認められる。腹圧は排尿中断時にも変化が認められない。仙髄排尿中枢の障害を認める本症候群では、陰部神経障害による骨盤床筋群の収縮力低下と骨盤神経障害による利尿筋収縮力低下とが存在し、大半症例が腹圧排尿をなしている。したがって本症候群での排尿中断は腹圧を減ずることにより随意排尿中断をなす症例が多い。陰部神経の障害の程度に応じて骨盤床筋群の収縮程度が判定できるため、随意排尿中断試験は骨盤床筋群の機能を評価するためにも優れた方法と考え施行している。

術後の経過観察において：随意排尿中断が、腹圧を減ずることによってなされているのではなく、骨盤床筋群の収縮を主体としてなされているか否かに着目して、術後の仙髄機能の回復度を判定している。われわれの経験では著明な改善例では術後3カ月以内、通常1年前後で骨盤床筋群の随意排尿中断時の収縮が不完全ではあるが回復しつつあるように思われた。

#### 3. Tethered cord syndrome の各疾患群における

Table 8. Classification of traction lesion.

1. Lumbosacral Lipoma
with direct continuation to spinal cord
with direct continuation to filum terminale
without direct internal continuation
with diastematomyelia
without septum, direct continuation to spinal cord
without septum, no continuation to spinal cord
without septum, meningocele manque
with septum, meningocele manque
2. Diastematomyelia associated with bands
without septum
without septum, meningocele manque
with septum meningocele manque
with septum
3. Simple traction by bands
4. Tight filum terminale
5. Lipoma filum terminale
6. Dermal sinus
7. Coccygeal cyst
8. Meningocele manque
true
possible

from James, C.C.M. and Lassman, L.P.  
"Spinal Dysraphism", Butter-  
worth, London, 1972.

#### 泌尿器科的障害の改善度の相違について

Tethered cord syndrome の分類については Table 8 に示すごとくであるが、泌尿器科方面よりの改善度をみると予後良好な疾患はその牽引度、癒着度の軽い症例であり、simple traction by bands, tight filum terminale, lipoma filum terminale などは改善度が良好であり、low-placed conus medullaris を有する症例で脊髄円錐部や馬尾神経が癒着した症例や、脊髄奇形を伴っている症例では改善度が低かった。

#### 4. 術後改善の期間について

術後の排尿因子波形で利尿筋の収縮力回復の傾向が比較的早期より認められるのに比べ、肛門括約筋をはじめとする骨盤床筋群の機能回復はやや遅延する傾向があるように思われた。一方脊髄ショック後の回復では、陰部神経が骨盤神経より先行するという報告<sup>28)</sup>もある。また膀胱機能と直腸-肛門機能は同時に回復してくるという報告<sup>7)</sup>もあり一定していない。われわれの経験では術後20日目の尿水力学検査でほぼ正常の排尿パターンを示した症例も存在するが、大半の症例は約1年後にかなりの回復が認められ、とくに術後2年経過して尿の continence および排便調節の可能となった症例も経験しており、すでに報告したごとく術後の決定は3年後になされるべきものと考えている。

肛門麻痺の残る症例の大半は、尿の continence がないことが多く、とくに下肢の変形の改善が認められない症例では、排尿、排便機能障害の持続する症例が多かった。

術直後の dermatome 検査では、かなりの数で知覚の改善が認められた。知覚麻痺の改善に先立ち障害部位より上部の領域の知覚過敏（ピリピリする感、灼然感）の存在することもあり、次いで麻痺部にも同様の知覚の出現が認められることもある。とくに膀胱直腸の機能は dermatome 上 S<sub>3</sub> の領域に知覚が回復する時に大きく改善が認められるという報告<sup>7)</sup>もあり、神経因性膀胱の診断および機能回復を知る簡便な方法として有効な方法と考えられる。なお神経障害部位の浮腫などにより、障害部位より上方まで dermatome 上で知覚異常が存在することもよく経験されるゆえ、診断時には注意を要する。

#### 5. 手術適応について

手術適応については、患者側と治療者側の両立場を考慮して手術の判断をしてきた。われわれの手術適応（泌尿器科的、整形外科的）についてはすでに報告したが、最近ではとくに上部尿路の状態を重視している。泌尿器科学的に臨床症状、尿水力学検査などで障害の軽い症例は myelography にて診断が確定しても薬物投与などで経過を観察している症例が多い。本症候群の手術適応としてではないが、脊髄膜瘤による神経因性膀胱の予後を知る基準として、①膀胱収縮圧が 100 cmH<sub>2</sub>O を超えない。②残尿が少ない。③膀胱収縮期間は10秒以上である。④尿道抵抗 ( $R_{min}=P/Q^2$ ) は 100 unit 以下である。⑤ VUR がない、などを挙げている報告<sup>19)</sup>もあり、本症候群ではこれらの基準の逆が手術適応条件となろう。

#### 6. 尿水力学的検査波形について

本症候群の尿水力学的検査波形では自律型神経因性膀胱を示す症例が多いが、一部症例では核上型波形の混在が認められる。しかしこのような症例に bethanecol supersensitivity test を施行しても、無抑制膀胱症例で認められるとき強い無抑制収縮の増大は認められなかった。今後は diazepam など種々の薬剤負荷による test を施行し、混合型の分析に努める必要があると考える。

#### 7. Occult neurogenic bladder について

潜在性神経因性膀胱には反射型（無抑制型を含む）と自律型膀胱に大別できる。自律型潜在性膀胱の大半が tethered cord syndrome で占められていると考えられる。潜在性神経因性膀胱については別に報告する予定である。



## V. 結 語

潜在性二分脊椎を有し、脊髓下部の牽引により生じた先天性神経因性膀胱、いわゆる tethered cord syndrome に尿水力学的検査を術前と術後に施行して、以下のごとき結果を得た。

A. 術前診断に必要な事項としては、(1) 腹圧排尿、(2) 排尿圧の上昇：最大尿意時膀胱圧、開口時膀胱圧、最大膀胱圧（排尿圧）および排尿終了時膀胱圧の上昇、(3) 「真の排尿圧」および「利尿筋収縮圧」の低下、(4) 尿流量率の減少、(5) 膀胱頸部の排尿期間中の開口不全および開大不全、(6) 排尿期間中の尿道外括約筋の弛緩不全および収縮の存在、(7) 肛門括約筋筋電図を用いた仙髄神経反射検査において、左右いずれかの機能障害の出現、(8) UPP 測定において一部の症例で mid-urethral segment での圧低下の存在、(9) 蓄尿時膀胱内圧測定にて、高緊張型自律型膀胱の存在などを挙げうる。

B. 術後経過観察結果からは、手術による改善事項として、(1) 腹腔内圧の有意差をもつての減少、(2) 排尿圧の減少、(3) 尿道抵抗の減少傾向が認められた。さらに随意排尿中断が可能となった症例も多く、波形上の改善を認めた症例も多い。

本症候群では、尿水力学的検査法により、障害部位が利尿筋なのか、尿道抵抗が増大したためなのかなどを詳しく知り、手術の必要な一部症例には牽引除去術を施行し、残りの症例には尿水力学的検査を基に薬物療法により経過をみている。

以上のごとく、本症候群のみならず先天性神経因性膀胱の診断および予後の追跡には、尿水力学的、電気生理学的検査法が最も優れた客観的評価方法であると思われた。

また尿水力学的検査法を用いて術後の経過を追求したところ、手術の効果は良好であった。

本症候群については第40回日本泌尿器科学会東部連合地方会および第12回日本パラプレジア学会において症例の一部を発表した。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました信州大学医学部泌尿器科学教室柿崎勉教授に深謝致しますと共に、本症候群の診断に御協力戴きました泌尿器科学教室の諸先生および信州大学整形外科教室大塚訓喜氏、信濃整肢療護園井上雅夫園長、深瀬継充氏に深謝致します。

## 文 献

- 1) 福井準之助：日泌尿会誌，68：337，1977.
- 2) 福井準之助・小平 潔・渡辺節男・竹崎 徹・芝伸彦・和食正久・大塚訓喜・深瀬継充・鶴見和弘・

- 福地弘貞：日泌尿会誌，68：569，1977.
- 3) 福井準之助：日泌尿会誌，68：1,127，1977.
- 4) Young, B. W.: Lower urinary tract obstruction in Childhood, Lea and Febiger, Philadelphia, 1972.
- 5) 福井準之助：日泌尿会誌，67：417，1976.
- 6) James, C. C. M. and Lassman, L. P.: Spinal dysraphism, Butterworth Co., London, 1972.
- 7) Campbell, J. B.: Clin. Neurosurg, 8: 133, 1962.
- 8) Mix, L. W.: Urology, 10: 1, 1977.
- 9) 津久井 厚：日泌尿会誌，65：83，1974.
- 10) Frimodt-Møller, C. and Hald, T.: Scand. J. Urol. Nephrol., 6, suppl., 15: 144, 1972.
- 11) Scott, F. B.: Hydrodynamics of micturition, p. 52, Charles C. Thomas Publ., Springfield, 1971.
- 12) Bradley, W. E. and Andersen, J. T.: J. Urol., 116: 620, 1976.
- 13) Andersen, J. T., Bradley, W. E. and Timm, G. W.: Scand. J. Urol. Nephrol., 10: 189, 1976.
- 14) 福井準之助：日泌尿会誌，68：1,046，1977.
- 15) 辻 一郎・小柳知彦・柿沢至恕・川村 猛・寺島和光・福井準之助・桜井 昴：臨泌，31：777，1977.
- 16) 丸 彰夫：日泌尿会誌，65：506，1974.
- 17) Firlit, F. and Cook, W. A.: Urology, 10: 25, 1977.
- 18) Pekarovic, E.: Int. Urol. Nephrol., 6: 183, 1974.
- 19) Thomas, G. G., Zachary, R. B. and Lister, J.: J. Pediat. Surg., 9: 471, 1974.
- 20) Diokno, A. C., Koff, S. A. and Anderson, W.: J. Urol., 115: 161, 1976.
- 21) Gosling, J. A. and Dixon, J. S.: Brit. J. Urol., 47: 549, 1975.
- 22) Kleeman, F. J.: J. Urol., 104: 549, 1970.
- 23) Krane, R. J. and Olsson, C. A.: J. Urol., 110: 650, 1973.
- 24) Caine, M., Raz, S. and Zeigler, M.: Brit. J. Urol., 47: 193, 1975.
- 25) 高安久雄・小磯謙吉：泌尿器科学，落合京一郎，高安久雄編，p. 354，医学書院，東京，1973.
- 26) 小柳知彦：日泌尿会誌，66：632，1975.
- 27) Elbadawi, A. and Schenk, E. A.: J. Urol., 111: 613, 1974.
- 28) Diokno, A. C., Koff, S. A. and Bender, L. F.: 112: 743, 1974.

(1978年3月13日受付)